COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1875.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les matières salines que la betterave à sucre emprunte au sol et aux engrais;* par M. EUG. PELIGOT. (Extrait.)

« En poursuivant mes études sur la répartition des matières minérales dans les végétaux, je me suis occupé, pendant ces dernières années, de l'analyse de la betterave cultivée dans des conditions analogues à celles que j'ai réalisées pour les plantes qui ont été l'objet de mes précédentes Communications. Dans le but de rechercher l'influence des matières salines sur la production végétale, la plante se développe dans un sol confiné, d'une composition connue; elle y reçoit des quantités mesurées d'eau tenant en dissolution une ou plusieurs des substances salines qu'on rencontre habituellement dans les engrais; ces substances sont données à faible dose, mais à dose souvent répétée, de manière à ne pas nuire à la plante. Quand celle-ci est arrivée à maturité, elle est soumise à l'incinération. Le poids et la composition des cendres font connaître le rôle plus ou moins utile que ces matières salines ont exercé sur son développement.

» En ce qui concerne la betterave, bien des expériences ont été faites déjà dans le but de déterminer l'influence du sol et des engrais sur le développement de cette plante; ces expériences ont eu surtout pour objectif son amélioration au point de vue de la fabrication du sucre qu'on en

extrait. L'industrie sucrière fait journellement son profit des études que poursuivent dans cette direction, avec persévérance et succès, plusieurs chimistes distingués de nos départements du Nord. Mais c'est en analysant la betterave venue dans les conditions ordinaires ou cultivée sur des parcelles de terre que ces divers résultats ont été obtenus. En procédant ainsi, le but technique peut être atteint; néanmoins, en présence des éléments multiples qui concourent au développement de la plante, il n'est guère possible de connaître la part qu'il convient d'attribuer à chacun d'eux; l'analyse de la racine au point de vue de sa richesse saccharine et de sa teneur en matières minérales ne permet pas de connaître l'influence exercée soit par la nature de la graine, soit par le sol, par les engrais ou par les eaux pluviales ou souterraines.

» La marche que j'ai suivie n'est pas la même. Plusieurs betteraves de même origine sont cultivées séparément dans le même sol et reçoivent, dans des conditions identiques, des matières salines en poids bien plus considérable que celui qui se trouve normalement dans le sol ou dans les engrais. On cherche quelle a été l'influence de cet élément prédominant sur la production du sucre et sur la nature des sels absorbés. En ce qui concerne les matières minérales, on détermine les relations qui existent entre les cendres de la racine et les cendres des feuilles appartenant à la même betterave.

» Pour aborder utilement une étude de ce genre, j'estime qu'il est avant tout nécessaire de remplir une condition, généralement méconnue, sans laquelle toute recherche faite dans cette direction devient infructueuse : c'est l'identité d'origine de la graine. Aucun soin ne doit être épargné pour arriver à ce résultat. Dans mon opinion, les divergences et les anomalies si souvent constatées doivent être attribuées beaucoup moins au mode de culture qu'aux variétés que présente la plante au point de vue de l'espèce.

» On ne satisfait pas à cette condition, cela est évident, en se servant de graines de la même provenance, récoltées dans le même terrain; il faut s'engager dans une voie beaucoup plus longue à parcourir. La semence doit être prise sur le même porte-graine, celui-ci végétant seul et isolé, de manière à le garantir de la fécondation à distance qui résulterait de la proximité d'autres porte-graines.

» Je n'ai pas rempli ces conditions rigoureuses pour toutes les expériences qui sont l'objet de ce travail; néanmoins, le choix des graines a été poussé assez loin pour me permettre de constater les différences les plus essentielles qui sont la conséquence du régime auquel la plante a été

soumise. En effet, depuis l'année 1861, j'ai cultivé un très-petit nombre de betteraves provenant toutes d'une vingtaine de graines qui m'avaient été données par L. Vilmorin, et qui provenaient des essais que cet éminent agronome avait exécutés dans le but d'obtenir, par d'ingénieux procédés de sélection, des racines aussi riches en sucre que possible. Cultivées par moi dans des conditions très-diverses et à l'exclusion de toute autre variété, ces betteraves, souvent analysées, ont conservé leur richesse en sucre; elles en renferment de 14 à 17 pour 100.

» Néanmoins elles appartiennent à plusieurs variétés qui possèdent probablement, à des degrés différents, la faculté d'engendrer le sucre et d'absorber les matières minérales qu'elles empruntent au sol; elles n'ont pas toutes le même aspect : les unes ont la peau rouge avec zones concentriques à l'intérieur, également rouges; d'autres sont de couleur blanche ou jaune; quelques-unes ont une forme pivotante irréprochable; mais la plupart sont irrégulières et racineuses. On sait que cette forme les déprécie beaucoup aux yeux du fabricant de sucre; néanmoins, d'après mes analyses et aussi d'après les essais publiés récemment par un producteur de graines expérimenté, M. P. Olivier, il semble qu'on doive se résoudre à accepter ce vice de conformation comme étant la conséquence de la plus grande richesse saccharine. Il est possible, en effet, que la multiplicité des radicelles, dans ces betteraves, amène d'une façon plus rapide la formation de la matière sucrée dans leurs tissus.

» Qu'on me permette d'ouvrir une parenthèse. Il est bien regrettable, à mon avis, que les tentatives faites pour améliorer la qualité de la betterave n'aient pas été suivies avec la persévérance et la sûreté de déduction que L. Vilmorin mettait dans ses travaux. Tous les fabricants de sucre se plaignent aujourd'hui de la mauvaise qualité de la betterave. Si ces essais avaient été continués, les défectuosités de forme auraient peut-être disparu, et l'industrie sucrière serait en possession d'une plante rendant 30 à 40 pour 100 de sucre en plus de la quantité qu'elle fournit actuellement. Le budget de l'État y trouverait son compte aussi bien que celui du fabricant. Alors même qu'il serait établi que cette forme racineuse appartient aux betteraves les plus sucrées, l'industrie se mettrait facilement en mesure, cela n'est pas douteux, d'apporter dans son outillage les modifications qu'entraînerait le râpage un peu plus difficile de ces racines. On ne saurait trop applaudir, assurément, aux progrès que la Mécanique et la Chimie apportent journellement à la grande industrie du sucre indigène : mais le perfectionnement de la betterave elle-même par le choix judicieux de la semence présente une importance encore plus considérable.

» Je reviens à mes expériences. Les betteraves, semées en pleine terre, sont repiquées dans des pots, en prenant soin de choisir des racines de même forme et de même aspect. N'ayant conservé chaque année que deux ou trois porte-graines, j'ai quelque chance d'opérer sur la même variété. Néanmoins j'ai récolté, il y a deux ans, la semence d'une betterave unique, et c'est avec cette graine que mes derniers essais ont été faits.

» Mes premières expériences ont eu pour objet de rechercher l'influence de diverses matières minérales sur des betteraves cultivées isolément dans un sol de même nature. Des pots, d'une capacité d'environ 30 litres, ont été remplis avec de la terre de jardin de qualité ordinaire. J'ai donné dans un précédent travail la composition de cette terre, qui contient une assez grande quantité de calcaire. Du 1er juillet au 15 octobre 1871, six betteraves, en bon état de végétation, repiquées depuis plusieurs semaines, ont reçu, les deux premières (nos 1 et 2), des arrosages convenablement espacés avec de l'eau de Seine contenant 1 gramme de sel marin par litre; les deux autres (nos 3 et 4), avec la même quantité d'eau, renfermant 1 gramme de chlorure de potassium; les deux dernières (nos 5 et 6), avec le même volume d'eau sans addition. Chacun des deux premiers lots avait reçu 30 grammes de sels.

» Après quelques semaines, chaque couple présente un aspect particulier qui le distingue nettement du couple voisin. La nuance, la dimension, la rigidité des feuilles sont les mêmes pour les betteraves soumises au même traitement, différentes pour celles dont le régime est différent : la même remarque a été faite les années suivantes, de sorte que la présence d'une matière saline employée en quantité prédominante suffit pour donner à la plante une physionomie qui lui est propre. Les betteraves ont donné :

	Poids de la racine.	Cendres p. 100 de betterave fraîche.	Chlorure de potassium dans 100 de cendres.
	gr		
N° 1 (Sel marin).............	560,2	0,77	18,6
N° 3 (Chlorure de potassium)...	571,5	0,97	15,3
N° 5 (Eau)...................	721,8	0,64	8,0

» Dans cette expérience, les chlorures ont peu nui au développement de la plante, le sol étant convenablement pourvu de matières fertilisantes. Ces racines étaient riches en sucre; elles en contenaient environ 15 pour 100. Ce résultat, qui est d'accord avec d'autres qui m'ont été fournis par des betteraves venues dans les polders de la Bretagne, est en contradiction avec l'opinion généralement admise, que les betteraves riches en chlorures alcalins sont pauvres en sucre. Ces deux faits ne sont pas connexes, car

il est vraisemblable que la sécrétion du sucre dépend de la variété de la plante, tandis que l'absorption des matières salines, des chlorures surtout, se trouve liée à la nature du sol et des engrais.

» Ces chlorures, que la racine contient en assez grande quantité, se retrouvent en bien plus forte proportion dans les feuilles; il en est de même de plusieurs autres substances minérales qui traversent la racine avec une vitesse qui varie probablement avec leur nature, pour s'accumuler dans les feuilles. En effet, tandis que la racine à l'état sec ne contient pas au delà de 3 à 6 pour 100 de matières minérales, les feuilles desséchées, ayant perdu les 90 pour 100 d'eau qu'elles contiennent, en laissent 25 à 32 pour 100; le salin de ces cendres contient de 23,7 à 73,5 pour 100 de chlorures.

» Dans mes analyses, le chlore est calculé comme étant à l'état de chlorure de potassium; même dans les betteraves qui ont été arrosées avec des dissolutions de sel marin, la potasse est beaucoup plus abondante que la soude.

» Ces expériences ont été reprises en 1872 dans des conditions à peu près pareilles : les plantes ont été arrosées du 21 juillet au 9 octobre avec de l'eau de Seine contenant 1 gramme de chlorure par litre pour les n°s 3, 4, 5, 6 et 2^{gr},5 pour les n°s 7, 8 et 9.

» Voici la composition de ces racines :

	Poids des betteraves.	Densité du jus à 15 degrés.	Cendres dans 100 de jus.	Chlorure de potassium dans 100 de salin.	Sucre dans 100 de jus
N° 1 (Eau).............	680^{gr}	1080	0,83	7,1	15,3
N° 3 (25 gr. sel marin)...	635	1081	1,07	16,3	15,c
N° 5 (25 grammes de chlorure de potassium).	650	1083	0,89	13,2	14,0
N° 7 (75 gr. sel marin)...	682	1087	1,07	27,3	16,4
N° 9 (75 grammes de chlorure de potassium).	645	1090	1,20	26,8	15,8

» On voit que l'absorption des chlorures augmente avec la quantité qu'on met à la disposition de la plante; elle a néanmoins ses limites, et elle n'est pas proportionnelle à cette quantité, puisque les deux dernières betteraves contiennent à peu près le double de chlorure que les deux précédentes, tandis qu'elles ont reçu une quantité triple de sel marin ou de chlorure de potassium.

» Les autres racines ont servi à rechercher comment se fait la répartition des matières minérales à la base et au sommet de la même betterave coupée en trois parts sensiblement égales, la part du milieu étant laissée de côté. Les cendres ont été lessivées de manière à séparer les sels solubles

(salins) d'avec les composés insolubles (sels calcaires et magnésiens).

» Les premiers sont plus abondants dans la partie inférieure de la racine; comme les chlorures et les sulfates sont des sels solubles, il semble qu'on doit les rencontrer en plus grande quantité dans la partie de la racine qui fournit le plus de salin : c'est le contraire qui se présente, et les différences sont très-accentuées, ainsi qu'on peut en juger par les nombres qui suivent :

Betterave.	N° 2.		N° 4.		N° 6.		N° 8.	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Partie supérieure (collet)..	14,0	16,9	41,9	15,2	40,7	15,6	49,1	non dosé.
Partie inférieure	4,7	8,9	16,3	8,0	15,3	6,0	23,7	id.

A représente le chlorure de potassium et B le sulfate de potasse contenus dans 100 de salin.

» Ainsi les chlorures et les sulfates qu'on trouve aussi en grande quantité dans les feuilles se concentrent dans la partie supérieure de la plante. On sait que leur présence dans le jus est la cause principale de la formation de la mélasse. Comme conséquence de ces observations, on voit que les fabricants de sucre doivent s'attacher à ne traiter que des racines largement dépouillées de leurs collets, toutes les fois que ceux-ci peuvent être utilisés pour la nourriture du bétail.

» J'ai aussi comparé, au point de vue de la répartition des matières salines, la partie centrale de la betterave avec sa périphérie, en la dépouillant toutefois de son tissu épidermique.

» Les tissus qui se trouvent au centre de la racine sont notablement plus riches en eau et en sels solubles. Ainsi une betterave dont la partie centrale contient 11,4 pour 100 de matières solides, en renferme 14,0 dans sa périphérie; celle-ci laisse 7,4 de cendres pour 100 de matière desséchée; l'autre 9,7. Les cendres provenant de la partie centrale contiennent environ un tiers de matières solubles de plus que les autres, lesquelles sont, par conséquent, plus chargées de sels calcaires et magnésiens.

» En poursuivant ces études, j'ai été conduit l'année suivante (1873) à cultiver les betteraves dans un sol très-pauvre, dans le but d'établir avec plus de netteté l'influence exercée par les matières fertilisantes que j'y introduisais. La terre de jardin a été remplacée par de la terre franche, venant de Garches. Cette terre, dont je donne la composition dans mon Mémoire, est maigre, très-siliceuse, peu perméable à l'eau, se fendillant beaucoup par la sécheresse.

» Les betteraves, récoltées le 20 octobre, ont reçu du 3 juillet au 7 septembre :

N°s 1 et 2. 24 grammes de sel marin, à raison de 2 grammes par litre d'eau de Seine.

N°s 3 et 4. Le même poids de chlorure de potassium.

N° 5. 36 grammes d'azotate de potasse (4 grammes par litre d'eau).

N° 6. Le même poids d'azotate de soude.

N° 7. 25 grammes de sulfate d'ammoniaque.

N° 8. 35 grammes de sel ammoniac.

N° 9. Eau de Seine sans addition de matières salines.

N° 10. 42 grammes de phosphate acide de chaux (6 grammes par litre d'eau).

N° 11. 24 grammes du mélange des sels indiqués par M. Jeannel comme essentiellement propres au développement des végétaux (phosphate de chaux, sulfates d'ammoniaque et de magnésie, nitre et chlorure de potassium).

» Au mois d'août, l'aspect des plantes présente des différences considérables; les feuilles de betteraves n°s 1 et 2 sont peu développées et commencent à jaunir; il en est de même pour les n°s 3 et 4; les feuilles sont très-petites, jaunes et plissées. Bien que les chlorures alcalins soient absorbés par les végétaux, il ne semble pas, lorsqu'ils ne sont pas accompagnés de matières fertilisantes, qu'ils exercent un effet utile sur la végétation. Le chlorure de potassium n'agit pas mieux que le sel marin. Il en est tout autrement de l'action des azotates alcalins, des sels ammoniacaux et du phosphate de chaux; les feuilles des plantes arrosées avec les dissolutions de ces sels sont d'un vert foncé, larges, très-abondantes. La betterave qui n'a reçu que de l'eau de Seine est fort peu développée; les feuilles sont jaunes et petites.

» Le 14 octobre, l'aspect général est le même, la végétation la plus belle est celle que présente le pot n° 10 (phosphate de chaux); viennent ensuite les plantes qui ont reçu les sels ammoniacaux et les sels Jeannel, puis les azotates.

» On a pesé, le 28 octobre, une partie des racines et des feuilles. La betterave n° 10 est de beaucoup la plus belle; la racine pèse 932 grammes; en représentant ce poids par 100, on a les rapports suivants pour le poids des autres racines : n°s 5, 6, 7, 8, de 34,3 à 36,7; n°s 1, 3, 9, de 6,3 à 13,4.

» Les cendres fournies par ces betteraves ne présentent pas des différences de composition bien considérables, en dehors de celles qui ont été déjà signalées pour les plantes arrosées avec les dissolutions de chlorures; le résidu salin laissé par la betterave qui a reçu le sulfate d'ammoniaque, contient 9 pour 100 de sulfate alcalin, soit environ le double de la quantité normale.

» La betterave n° 10, arrosée avec la dissolution de phosphate de chaux, a donné des cendres dont la composition est la suivante :

	Racine.	Feuilles.
Silice	0,5	1,7
Carbonate de chaux	5,3	27,7
Phosphate de fer	1,6	1,5
Phosphate de magnésie bibasique	8,0	8,5
Phosphate de potasse tribasique	29,8	5,9
Sulfate de potasse	5,4	6,4
Chlorure de potassium	4,8	6,5
Carbonates de potasse et de soude	44,6	41,8
	100,0	100,0

» En rapprochant cette composition de celle des cendres fournies par les autres betteraves, on reconnaît que l'emploi du phosphate de chaux soluble, loin d'augmenter la proportion de sels calcaires absorbés par la plante, diminue au contraire cette proportion d'une manière notable. En effet, les cendres des autres racines contiennent de 12 à 20 pour 100 de carbonate de chaux. Quant à l'acide phosphorique, la proportion est sensiblement la même pour toutes les betteraves; elle n'est pas plus considérable pour la betterave arrosée avec la dissolution de phosphate de chaux.

» Ce résultat conduirait à envisager sous un aspect nouveau le rôle des phosphates terreux dans la production végétale. En admettant qu'il puisse être généralisé, ainsi que d'autres faits consignés dans ce travail, et en le rapprochant des observations relatives à l'action d'autres substances minérales, on reconnaît que cette action est variable avec la nature propre des sels qui, à des degrés différents, favorisent le développement des plantes.

» Plusieurs, en effet, sont absorbés sans subir aucune modification : tels sont les azotates alcalins, qu'on retrouve en nature dans les racines et dans les feuilles. Dans le travail que j'ai publié en 1838, sur l'analyse de la betterave, j'ai dosé, à l'état cristallisé, le nitre qui se trouvait dans des racines trop fortement fumées. L'emploi de l'azotate de soude comme engrais est, pour les fabricants de sucre du Nord, l'objet de plaintes sérieuses, ce sel se retrouvant dans les jus et étant la cause des fermentations nitreuses qui se développent parfois dans le travail des racines venues sous son influence.

» Les chlorures, qu'on introduit souvent aussi dans les engrais artificiels, bien que leur efficacité soit beaucoup plus contestable, se retrouvent aussi dans les plantes : j'estime néanmoins que, dans la plupart des végétaux cultivés, le chlore que l'on introduit dans le sol sous forme de sel marin existe dans les cendres à l'état de chlorure de potassium, ainsi que je l'ai montré pour les haricots. Les sulfates alcalins, qui, comme les précédents, sont des sels solubles, ne pouvant engendrer dans le sol que des composés solubles,

se rencontrent également dans les végétaux, bien qu'en proportion beaucoup plus limitée.

» Le phosphate de chaux, qui est, sans contredit, la matière fertilisante la plus précieuse, présente cette particularité qu'*à poids égal* une plante, soumise à son action et mise en présence d'un grand excès de ce sel, ne contient pas plus d'acide phosphorique, renferme moins de chaux et plus de sels alcalins qu'une plante voisine venue dans les conditions ordinaires; celle-ci, à la vérité, est restée chétive, tandis que l'autre présente une végétation luxuriante; de sorte que, en définitive, cette quantité excédante de phosphate terreux dans le sol a eu pour résultat l'abondance même de la récolte.

» Ces faits peuvent être interprétés de la manière suivante : le phosphate de chaux se décompose par son contact avec les sels alcalins et les sels de magnésie que toute terre fertile contient toujours en quantité suffisante pour les besoins de la végétation; il se produit du phosphate de potasse et du phosphate ammoniaco-magnésien. Ces deux composés sont, à mon sens, l'expression la plus directe de la vie matérielle, chez les plantes comme chez les animaux. Pour les plantes, ils sont nécessaires, comme on sait, à la production de la graine, et ils concourent ainsi à la conservation de l'espèce. Les cendres des graines ne contiennent guère, en effet, que du phosphate de potasse et du phosphate de magnésie.

» Il est impossible de ne pas rapprocher cette action du phosphate de chaux de celle qui appartient à un autre sel calcaire agissant aussi comme matière fertilisante sur des plantes d'une autre nature : je veux parler de l'action du plâtre sur les prairies artificielles. Les expériences de M. Boussingault ont établi qu'en examinant comparativement les cendres du trèfle plâtré et celles du trèfle non plâtré, l'acide sulfurique et la chaux se rencontrent à peu près en mêmes proportions dans les unes et dans les autres; mais les sels de potasse sont notablement plus abondants dans les plantes qui ont reçu du sulfate de chaux. On sait qu'on n'est pas arrivé jusqu'à ce jour à expliquer, d'une façon satisfaisante pour tous, les effets utiles du plâtre; aussi je me borne à les rapprocher de ceux qui sont produits sur d'autres végétaux par le phosphate de chaux. »

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Des températures au-dessous d'un sol gazonné ou dénudé, pendant les derniers froids;* par MM. BECQUEREL et EDM. BECQUEREL.

« Avant de présenter incessamment à l'Académie un Mémoire dans lequel se trouvent les observations de température qui ont été faites au Jar-

din des Plantes avec les thermomètres électriques, pendant l'année météorologique de décembre 1873 à décembre 1874, depuis 20 mètres au-dessus du sol jusqu'à 36 mètres au-dessous, nous croyons devoir lui faire connaître les observations qui ont été relevées dernièrement sous un sol gazonné et un autre semblable qui ne l'est pas, l'un et l'autre couverts de neige, depuis $0^m,05$ jusqu'à $0^m,6$, du 23 décembre 1874 au 1er janvier 1875.

» Ces observations intéressent la Physique terrestre et les phénomènes de culture; ce sont ces considérations qui nous ont engagés à les faire connaître aujourd'hui à l'Académie; leur discussion a conduit aux conséquences suivantes : pour des températures de zéro à — 12 degrés dans l'air, sous le sol gazonné à $0^m,5$ de profondeur la température n'est jamais descendue à zéro, tandis que sous le sol dénudé à la même profondeur elle est descendue jusqu'à près de — 5 degrés.

6 heures du matin.

	Sol gazonné.					Sol dénudé et sablé.					
Dates.	Profond^r^ 0^m^,05	Prof. 0,10	Prof. 0,20	Prof. 0,30	Prof. 0,60	Prof. 0,05	Prof. 0,10	Prof. 0,20	Prof. 0,30	Prof. 0,60	État du ciel.
Décembre 1874 :											
23.....	2°,05	2°,35	3°,00	3°,40	4°,60	-0°,05	0°,20	0°,65	1°,40	3°,15	Neige sur le sol.
24.....	2,05	2,40	2,85	3,30	4,55	-0,40	0,10	0,65	1,15	3,00	Neige sur le sol.
25.....	2,00	2,20	2,80	3,30	4,45	0,10	0,15	0,60	1,10	2,95	Neige fondante sur le sol.
26.....	1,60	1,95	2,60	3,05	4,25	-0,05	0,10	0,50	1,10	2,80	Neige fondante sur le sol.
27.....	1,65	1,90	2,45	2,85	4,10	0,20	0,30	0,55	1,05	2,70	Neige sur le sol.
28.....	1,35	1,75	2,35	2,70	3,90	0,00	0,25	0,70	1,15	2,65	Neige sur le sol.
29.....	0,95	1,35	2,05	2,50	3,75	-0,80	0,05	0,45	1,00	2,60	Neige sur le sol.
30.....	0,70	1,10	1,80	2,25	3,55	-2,95	-1,10	0,05	0,80	2,55	Neige sur le sol.
31.....	0,50	0,85	1,60	2,00	3,45	-3,65	-2,30	-0,30	0,40	2,30	Neige sur le sol.
Janvier 1875 :											
1.....	0,25	0,70	1,45	1,90	3,25	-4,85	-3,50	-1,30	0,10	2,20	

3 heures du soir.

	Sol gazonné.					Sol dénudé et sablé.					
Dates.	Profond^r^ 0^m^,05	Prof. 0,10	Prof. 0,20	Prof. 0,30	Prof. 0,60	Prof. 0,05	Prof. 0,10	Prof. 0,20	Prof. 0,30	Prof. 0,60	État du ciel,
Décembre 1874 :											
23.....	2°,05	2°,30	2°,90	3°,30	4°,60	-0°,10	0°,10	0°,65	1°,30	3°,05	Neige sur le sol.
24.....	2,05	2,30	2,85	3,30	4,45	-0,20	0,05	0,65	1,30	3,00	Id. très-épaisse.
25.....	1,90	2,15	2,70	3,25	4,45	0,00	0,10	0,60	1,25	2,90	Neige fondante sur le sol.
26.....	1,70	1,90	2,55	2,95	4,20	0,00	0,20	0,60	1,20	2,80	Neige fondante sur le sol.
27.....	1,70	1,95	2,45	2,90	4,00	0,25	0,35	0,80	1,25	2,75	Neige sur le sol.
28.....	1,15	1,50	2,15	2,60	3,75	-0,20	0,10	0,55	1,10	2,65	Neige sur le sol.
29.....	0,90	1,25	1,90	2,45	3,70	-1,20	-0,20	0,40	1,00	2,60	Neige sur le sol.
30.....	0,60	0,95	1,70	2,15	3,50	-2,70	-1,40	-0,05	0,70	2,40	Neige sur le sol.
31.....	0,45	0,85	1,55	2,05	3,40	-3,40	-2,35	-0,60	0,35	2,30	Neige sur le sol.
Janvier 1875 :											
1.....	0,15	0,65	1,45	1,90	3,25	-3,85	-3,30	-1,70	0,00	2,15	

» On trouve, dans les deux tableaux précédents, les températures au-dessous des deux sols, à $0^m,05$, $0^m,10$, $0^m,20$, $0^m,30$, $0^m,6$; elles montrent que, si l'on veut cultiver dans un sol sableux des végétaux, dont les racines peuvent être altérées par la gelée, il faut le gazonner; il faut en agir de même si l'on veut conserver sous terre des tubercules ou autres produits craignant la gelée. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur un projet de communication entre la France et l'Angleterre, au moyen d'un tunnel sous-marin.* Note de M. DE LESSEPS.

« Il m'a paru intéressant de communiquer à l'Académie des informations sur un projet de communication entre la France et l'Angleterre, au moyen d'un chemin de fer sous-marin.

» M. Michel Chevalier, notre collègue de l'Institut, a bien voulu m'adresser à ce sujet une Lettre à laquelle se trouvent joints les documents qui vont être présentés à l'Assemblée nationale, à l'appui d'un projet de loi. D'un autre côté, M. Lavalley (Alexandre), que je regarde comme un des premiers ingénieurs-mécaniciens de l'Europe et le plus pratique, m'a donné des renseignements exacts sur le projet en question. Voici ces documents :

» Le pas de Calais a une largeur de 30 kilomètres dans la partie la plus étroite entre la France et l'Angleterre, de Calais à Douvres.

» Le tunnel commencerait à 10 kilomètres de chaque rivage; la longueur souterraine et sous-marine serait donc de 50 kilomètres.

» La profondeur maxima de la mer sur la ligne qui sera suivie est de 53 mètres, au-dessous de laquelle commence une couche de craie grise ou de marne bleue. Cette nature de terrain est imperméable à l'eau et est assez tendre pour être facilement percée.

» Il s'agit de faire le percement à plus de 50 mètres au-dessous du fond de la mer.

» La Société d'essai, qui vient d'être formée au capital de 4 millions, dont la moitié a été souscrite en France et l'autre moitié en Angleterre, a pour objet de commencer à creuser, à plus de 100 mètres de profondeur sur le bord de la mer, deux puits de 8 mètres de diamètre, un sur la côte de France, l'autre sur la côte d'Angleterre.

» Lorsqu'on sera arrivé à la profondeur voulue, on pratiquera des sondages horizontaux, qui permettront de reconnaître la nature du terrain à creuser à une distance de plusieurs kilomètres.

» Un Français, M. Thomé de Gamond, a le premier eu l'idée d'un tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre, et, pendant trente-cinq ans, il a

employé son temps et sa fortune à la réalisation de cette idée, qui a été reprise et amenée à un résultat pratique par deux ingénieurs anglais, MM. Hawkshaw et Brassey, et un ingénieur français qui a résolu tous les problèmes mécaniques concernant l'exécution du canal de Suez, M. A. Lavalley.

» Deux comités, l'un anglais, l'autre français, sous la présidence de M. Michel Chevalier, feront chacun la moitié du travail d'essai, qui emploiera deux années. Il faudra ensuite six années pour l'exécution totale, si les essais justifient les espérances qui ont été conçues.

» L'extrait suivant de l'exposé du projet présenté au Gouvernement français m'a semblé contenir des données scientifiques dignes de l'attention de l'Académie :

« Sir John Hawkshaw a fait sonder minutieusement les deux rivages et le détroit sur toute sa largeur. Il a indiqué une ligne dont le point de départ, du côté de la France, serait plus rapproché de Calais que ne le proposait M. Thomé de Gamond, et suivant laquelle on pourrait creuser le tunnel d'un bout à l'autre dans un banc de craie très-épais, compacte, homogène. Il a mis à l'écart les puits intermédiaires destinés à faire communiquer le tunnel avec l'air extérieur en traversant perpendiculairement la masse même de l'eau, ainsi que le port artificiel qu'il avait été question d'établir sur un banc de sable reconnu au milieu du détroit. Les ouvrages de ce genre conseillés par l'ingénieur français, et qui avaient bien leur justification à l'époque du projet primitif, auraient présenté de grandes difficultés d'exécution et ouvert la porte à des dangers formidables. Le banc de craie, à travers lequel sir John Hawkshaw recommande qu'on chemine, a sur la côte d'Angleterre plus de 140 mètres, et sur celle de France environ 230 mètres d'épaisseur.

» L'inclinaison des couches permet de penser que les bancs ainsi observés sur les deux rives ne peuvent qu'être le prolongement l'un de l'autre, et que la même masse compacte et homogène de craie s'étend au fond de la mer sur toute la largeur du détroit.

» Un point de fait, sur lequel il importait d'être fixé et qui devait exercer une grande influence sur les dispositions à prendre pour creuser le tunnel sous-marin et sur la dépense qu'en entraînerait l'exécution, était celui du maximum de profondeur du détroit. A cet égard, on est édifié aujourd'hui. Suivant la direction rectiligne qu'aurait le tunnel, la mer, si profonde dans la plupart des parages, ne va nulle part au delà de 54 mètres.

» Si l'on se figure l'église Notre-Dame de Paris plongée dans le détroit au point où il a le plus de profondeur, les tours émergeraient de 12 mètres environ.

» Par conséquent, si le tunnel est creusé de sorte que la clef de voûte soit à 100 mètres de profondeur, il aura, pour résister à la pression de la mer, un massif calcaire de 46 mètres, c'est-à-dire de plus du double de la taille des plus grandes maisons de Paris, et, s'il est convenablement revêtu, il offrira autant de sécurité que le plus solide souterrain de chemin de fer.

» La possibilité de pénétrer sous la mer, sans être exposé à l'invasion des flots, est démontrée par les galeries sous-marines des mines de plomb et de cuivre de Cornouailles, et

par celles de White-Haven et autres points de la côte du Cumberland, où l'on exploite de puissantes couches de charbon en ayant de même la mer au-dessus de sa tête.

» A Botallach, les mineurs vont chercher le métal sous la mer à 640 mètres de la côte. A la mine du Levant, ils vont encore plus loin.

» A White-Haven, diverses galeries s'étendent à près de 5 kilomètres en ligne droite de la plage; en y ajoutant les nombreuses traverses qui les relient entre elles, c'est un développement de plusieurs centaines de kilomètres de voies creusées sous l'Océan, à des profondeurs variant de 70 à 220 mètres. Jamais l'eau de mer n'y a pénétré, et la confiance qu'ont les mineurs dans l'imperméabilité du terrain est telle qu'ils prévoient une époque, naturellement fort reculée, où, à force d'aller en avant dans l'extraction du charbon, ils finiront par atteindre la côte d'Irlande, qui est à 100 kilomètres et plus.

» Dans un Traité sur les mines et leur exploitation, publié il y a près d'un siècle, en 1778, M. Pryce, ingénieur anglais, va jusqu'à signaler les mines creusées sous la mer comme étant moins exposées que les autres à l'invasion des eaux souterraines; il en cite l'exemple que voici :

« La mine de Huel-Cock, dans la paroisse de Saint-Just, s'étend sous la mer à près de » 150 mètres de distance, et dans quelques endroits il n'y a pas plus de 5 mètres d'épais- » seur de roche entre le fond de l'eau et les galeries où travaillent les mineurs, de telle sorte » que ceux-ci entendent distinctement le bruit des vagues venant, du large de l'océan Atlan- » tique, se briser sur le rivage. Ils entendent aussi le roulement, pareil au tonnerre, des » galets au fond de la mer, ce qui frappe d'étonnement et presque de terreur les curieux » qui ont cette sensation pour la première fois.

» Des filons plus riches que les autres ont été exploités, très-imprudemment sans doute, » à $1^{m},20$ seulement au-dessous du fond de la mer, et il est arrivé que, par des temps d'o- » rage, le bruit occasionné par les flots et les galets fut tellement épouvantable, que les ou- » vriers abandonnèrent leurs travaux, encore plus effrayés du fracas de la tempête que de la » chance de voir la mer tomber sur eux et les engloutir.... Sous une aussi faible épaisseur de » rocher entre eux et la mer en fureur, ils eurent quelquefois à arrêter des infiltrations d'eau » salée passant à travers les fentes de la pierre, et ils y parvinrent en les calfatant avec des » étoupes et du ciment, comme les flancs d'un navire. Dans la mine de plomb de Perran » Zabuloc, qui s'exploitait sous la mer, on employait le même procédé pour parer au même » inconvénient. »

» M. Pryce, pour expliquer le peu d'humidité des galeries de mines sous la mer, suppose que le fond est couvert d'une substance gélatineuse imperméable. Le fait est que toute pierre, tout rocher, immobile au fond de la mer, se couvre d'une couche de végétation et de coquillages, qui forme un véritable enduit de nature à empêcher les infiltrations en remplissant les petites fissures.

» On admet généralement que l'Angleterre et la France ont été réunies autrefois par un isthme. La vraisemblance est que les grands courants de l'Océan vers la mer du Nord auront raviné le sol et produit la coupure qui forme aujourd'hui le canal de la Manche. Cette coupure serait ainsi le résultat de l'affouillement du terrain par les eaux, et ne proviendrait pas de la dislocation de la croûte terrestre par des soulèvements volcaniques, comme ceux qui ont souvent produit la configuration accidentée du sol dans les régions montagneuses.

» Chaque fois qu'on a fait des sondages ou creusé des puits dans les bancs qui constituent

le sol sur lequel sont posées les villes de Calais et de Douvres, les quantités d'eau rencontrées ont été réellement insignifiantes.

» Heureusement la solution du problème, c'est-à-dire l'exécution du tunnel sous la Manche, est beaucoup simplifiée par l'invention d'une machine due à un ingénieur anglais, M. Brunton, qui, depuis plusieurs années, l'a soumise à des épreuves variées et l'a appliquée avec succès, surtout dans la craie grise de la nature des bancs qui sont au fond de là Manche, là où le tunnel serait ouvert.

» Cette machine marche comme une tarière qui creuserait un trou cylindrique dans du bois. Mise en rotation au moyen de la vapeur ou par l'air comprimé, elle entaille et découpe un massif de craie sur une section circulaire de $2^{m},10$ de diamètre. La craie, réduite en fragments, tombe sur une toile sans fin soutenue par des rouleaux et tournant par l'effet du même moteur que la machine; elle est déversée ainsi dans des wagons qui l'emportent sur des rails, hors de la galerie.

» Les ingénieurs anglais qui consacrent leurs soins au tunnel sous-marin ont naturellement porté leur attention sur la machine Brunton, afin de vérifier si elle pourrait être utilisée pour le percement de la galerie de reconnaissance. Ils l'ont essayée sur des falaises aux environs de Rochester. Sa rapidité d'avancement s'est montrée fort remarquable : elle atteint 1 mètre et $1^{m},20$ par heure. Sur cette base, il ne faudrait que deux ans pour franchir, en partant des deux extrémités, l'espace total à creuser souterrainement entre Douvres et Calais. »

M. **Dupuy de Lôme**, après avoir entendu la Communication de M. *de Lesseps,* demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Nous avons tous entendu avec un vif intérêt la Communication que vient de faire à l'Académie notre illustre confrère, M. de Lesseps, concernant le projet de tunnel destiné à relier l'Angleterre et la France par dessous le détroit du pas de Calais.

» Je tiens à remercier personnellement M. de Lesseps de la façon dont il a parlé de l'autre projet tendant à créer un service régulier de navires porte-trains entre Calais et Douvres, projet que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie, au point de vue scientifique, dans sa séance du 28 juillet 1873; mais, en même temps, je ne puis m'abstenir de faire une réserve relativement à la conviction que M. de Lesseps a exprimée, en disant que je serais sans doute amené moi-même aujourd'hui à préférer le tunnel sous-marin aux navires porte-trains.

» J'ai, au contraire, des raisons qui me paraissent très-sérieuses, non-seulement au point de vue économique, mais encore au point de vue de l'exécution, indépendamment de la dépense, pour demeurer convaincu que la solution la plus prompte et la plus sûre du problème de l'amélioration des moyens de transit entre l'Angleterre et la France gît dans l'établissement

de navires porte-trains, avec la construction d'une gare maritime bien appropriée à cet effet. J'ai la confiance que l'autorisation qui va être accordée (d'après ce que vient de nous apprendre M. de Lesseps) à la Compagnie qui étudie le projet de tunnel, fera disparaître les raisons que le Gouvernement a pu avoir pour ajourner la présentation à l'Assemblée nationale du projet de loi rédigé, depuis plus d'un an, par le Ministère des Travaux publics, à la suite des enquêtes les plus complètes, pour autoriser la construction à Calais de la gare maritime nécessaire au service des navires porte-trains. »

HYDROLOGIE. — *Coup d'œil d'ensemble sur le régime des principales rivières du nord, du centre et du midi de la France.* Note de M. **Belgrand.**

« Dans la séance du 1er juin 1874, nous annoncions à l'Académie, M. G. Lemoine et moi, une grande sécheresse, ou pour mieux dire un abaissement extraordinaire du débit des cours d'eau et des sources du bassin de la Seine. Nous ajoutions que les principes sur lesquels nous nous appuyions ne nous permettaient en aucune façon de prévoir le temps qu'il ferait pendant la saison chaude de 1874; mais que, dès le 1er juin, les caractères hydrologiques de l'année étaient fixés dans leur ensemble, et que les cours d'eau et les sources du bassin de la Seine atteindraient, avant le milieu d'octobre, à peu près les plus bas débits qui aient encore été observés.

» Cette prévision s'est réalisée de point en point : les cours d'eau et les sources se sont abaissés aux débits de l'année 1870, dont nous avions également annoncé l'extrême sécheresse (1). Les années 1870, 1874 et peut-être 1858 sont les plus sèches qui aient été observées dans les XVIIIe et XIXe siècles. J'ai fait connaître les faits relatifs à la sécheresse de 1870 dans mon ouvrage intitulé : *la Seine, études hydrologiques*. Nous sommes occupé en ce moment à réunir des documents analogues pour l'année 1874, et nous les ferons connaître à l'Académie dans une nouvelle Note.

» La sécheresse a cessé le 16 novembre dernier. J'ai démontré en 1854 (2) que tous les bassins hydrographiques situés au nord du plateau central de la France étaient soumis au même régime pluviométrique, et qu'en général la Seine, la Loire, la Saône, la Meuse, etc., entraient en crue en même

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 4 juin 1870.

(2) *Annuaire de la Société météorologique de France*, séance du 11 juillet 1854.

temps. Ce fait s'est réalisé le 18 novembre. La crue qui a mis fin à la sécheresse du bassin de la Seine correspond à une crue de la Loire, de la Saône et même du Rhône. J'emprunte au *Bulletin météorologique* spécial de l'Association scientifique de France, dont le président, M. Le Verrier, a bien voulu me confier la direction, les documents suivants, qui démontrent que tous ces cours d'eau sont entrés en crue en même temps, du 16 au 17 novembre :

			Novembre 1874.									
			15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
			m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Hauteur	de la Seine	à l'échelle du pont d'Austerlitz	0,00	0,00	0,10	0,10	0,20	0,30	0,10	0,60	0,70	0,80
Hauteur	de la Loire	à l'échelle du pont de Digoin	0,00	0,48	0,53	0,78	1,32	1,53	1,55	1,43	1,28	1,23
Hauteur	de l'Allier	à l'échelle du pont de Pt-du-Château	0,61	0,61	0,65	1,09	1,08	1,04	0,99	0,95	0,91	0,86
Hauteur	du lac Léman	à l'échelle du pont d'Évian	0,38	0,38	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,43	0,44	0,45
Hauteur	du lac d'Annecy	à l'échelle du pont de la Halle	0,25	0,25	0,25	0,28	0,40	0,59	0,71	0,72	0,73	0,73
Hauteur	de l'Arve	à l'échelle du pont de Bonneville	-0,08	0,03	0,05	0,15	0,42	1,00	0,50	0,42	0,35	0,30
Hauteur	du Rhône	à l'échelle du pont de Seyssel	0,60	0,60	0,80	1,40	1,60	3,20	1,80	1,30	1,00	0,90
Hauteur	de l'Ain	à l'échelle du pont de Chazey	0,20	0,30	0,40	3,00	3,10	5,10	3,90	2,80	2,10	1,80
Hauteur	de la Saône	à l'échelle du pont de la Feuillée	0,19	0,16	0,16	1,15	1,58	3,60	4,60	4,35	4,35	4,28

Le Doubs, du 16 au 21 novembre, est monté à

	m		m
Pontarlier, de	0,00	à	1,15
Pont-de-Roide, de	0,30	à	2,20
La Loue, affluent du Doubs, de	0,03	à	2,40

» Il ne faudrait pas conclure de là qu'en annonçant une sécheresse dans le bassin de la Seine nous ayons fait une prévision analogue pour la Saône, le Rhône, la Loire et l'Allier. Je dois rappeler ici sommairement les principes sur lesquels nous nous sommes basés. Les pluies du bassin de la Seine ne sont jamais assez fortes pour profiter aux cours d'eau et aux sources, si le sol n'est pas préalablement dans un état convenable d'imbibition et de saturation. Pendant la saison chaude, cet état n'est obtenu que par de longues pluies préparatoires. Pendant la saison froide au contraire le sol est toujours dans un état de saturation convenable et les moindres pluies profitent aux cours d'eau et aux sources. La saison froide, pour le bassin de la Seine et les bassins situés entre la Seine et la frontière belge, est comprise entre le 1er novembre et le 1er mai; dans certaines années, ces limites peuvent varier de quelques semaines. Lorsque, à la suite d'une saison froide peu pluvieuse, le mois de mai est lui-même sans pluie, la décroissance du débit des cours d'eau de cette partie de la France se prolonge jusqu'à la fin de la saison chaude, c'est-à-dire jusque vers le 15 octobre, quelle que soit d'ailleurs l'abondance des pluies, y compris celles de l'équinoxe d'automne (1).

(1) Voir *La Seine, études hydrologiques*.

» Au contraire, les pluies de l'équinoxe d'automne exercent une action considérable sur les rivières dont je vais parler, et dont quelques-unes subissent en outre les perturbations produites par la fonte des glaciers.

» *Saône*. — Le régime de cette rivière a la plus grande analogie avec celui de la Seine; elle est soumise aux mêmes influences météorologiques, et de plus les terrains perméables oolithiques occupent dans les deux bassins une étendue considérable, alimentent des sources énormes qui se gonflent en temps de grande pluie et prolongent considérablement la durée des crues; mais la chaîne du Jura est beaucoup plus élevée que celle de la Côte-d'Or. Dans le bassin de la Seine, l'altitude de la chaîne de la Côte-d'Or ne dépasse pas 610 mètres, et ce n'est que sur un mamelon isolé qu'on trouve dans le Morvan l'altitude 903 mètres, tandis que les bas plateaux du Jura s'élèvent de 400 à 600 mètres, les plateaux moyens à 900 mètres et les hauts plateaux jusqu'à 1720 mètres d'altitude. Il résulte de cette augmentation d'altitude que la saison froide commence dans le bassin de la Saône un mois plus tôt que dans celui de la Seine : les grandes pluies de la fin du printemps et de l'équinoxe d'automne profitent à la Saône, à ses affluents et même aux sources.

» Voici, par exemple, l'époque des grandes crues d'une petite rivière du Jura, la Clauge, à partir de 1831.

Septembre 1831.	26 octobre 1841.
Mai 1836.	Juin 1852.
30 octobre 1840.	Mai 1856.
3 octobre 1841.	

» La plupart ont lieu, comme on le voit, au commencement et à la fin de la saison chaude du bassin de la Seine (*Études hydrologiques du Jura*, par M. Lamairesse).

» La Saône peut donc éprouver et éprouve, en effet, de grandes crues à la fin de l'été et au commencement de l'automne. La plus grande crue connue, celle du 4 novembre 1840, a duré près d'un mois et, par conséquent, a été soutenue par une crue des sources. On garde encore le souvenir des crues d'automne de 580, 1196, 1408 et du 27 septembre 1602 (1).

» En 1874, la Saône a éprouvé, comme la Seine, un grand abaissement de débit, parce que *les pluies ont été très-faibles du 1er mai au 15 novembre*, fait qu'il n'était pas possible de prévoir. Malgré la faiblesse de ces pluies, on reconnaît facilement que la rivière était rentrée dans son régime d'hiver dès les premiers jours d'octobre. En effet, le 1er septembre son niveau s'élevait à $1^m,03$ au pont de la Feuillée, à Lyon, et s'abaissait régulièrement jusqu'à la cote $0^m,42$ (1er octobre), puis remontait brusquement à $1^m,36$ (2) (6 octobre).

» Pour obtenir une telle variation de niveau en six jours dans la Seine, à Paris, à cette époque de l'année, il faut des pluies beaucoup plus grandes que celles qui sont tombées

(1) Voir un Mémoire de M. Laval, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, *Annales des Ponts et Chaussées*, 1841, p. 240; les *Inondations de France*, de M. Maurice Champion, et enfin le *Bulletin de la Commission hydrométrique de Lyon*.

(2) Ces cotes sont augmentées de 2 mètres, le zéro de l'échelle étant trop bas.

en 1874. La Saône était donc rentrée dans la saison froide, tandis que la Seine était encore en pleine saison chaude. S'il était tombé de grandes pluies un peu avant ou un peu après l'équinoxe, la Saône aurait pu entrer en grande crue, tandis que le fleuve parisien n'aurait éprouvé que des oscillations de niveau insignifiantes (1).

» *Rhône.* — Ce fleuve subit en été des perturbations de régime dues à la fusion des glaciers. Les documents suivants, extraits de notre *Bulletin,* donneront, pour la saison chaude de 1874, une idée très-nette de l'effet de ces perturbations sur le régime des lacs Léman et d'Annecy et, par conséquent, sur le Rhône.

» Les observations ont lieu tous les jours aux échelles d'Évian et de la Halle.

» Les variations du lac Léman ont été très-régulières : le niveau s'est élevé d'une manière continue de la cote $0^m,32$ (1er mai) à $1^m,75$ (maximum, 16 août), puis s'est abaissé non moins régulièrement jusqu'à $0^m,38$ (16 novembre).

» Le lac d'Annecy, plus petit que le Léman, est moins régulier. Le 19 mai il était à la cote $0^m,19$; il s'est élevé le 18 août à $0^m,83$, puis s'est abaissé, mais après de nombreuses oscillations, le 17 novembre à $0^m,25$. Ces indications des deux lacs, en 1874, ont été excellentes. La saison chaude ayant été, pour ainsi dire, sans pluie, leurs variations de niveau, comme les crues de l'Arve, ont été produites uniquement par la fusion des glaciers.

» Le Rhône, en amont de Lyon, est soumis au même régime pluviométrique que les rivières situées au nord du plateau central de la France; mais, en aval, le régime des pluies est absolument différent.

» La chaîne des Cévennes n'est pas moins remarquable par l'abondance des pluies qui la désolent que par la violence des cours d'eau qui y prennent naissance. Ces grandes pluies tombent presque toujours un peu avant ou un peu après l'équinoxe d'automne, et aussi, mais moins abondamment, vers l'équinoxe du printemps; le reste de l'année est relativement sec (2).

» Le faîte de cette chaîne, entre les sources de la Loire et de l'Hérault, est à 1200 et 1500 mètres d'altitude. Le granite en couvre toute la surface, qui, par conséquent, est imperméable et, de plus, très-accidentée. Les eaux pluviales y ruissellent donc sans pénétrer dans le sol et avec une rapidité inouïe.

» Les principales rivières qui y prennent naissance sont : à l'est, le Doux, l'Érieux, l'Ardèche et le Gardon, affluents du Rhône; à l'ouest, le Lot et le Tarn, affluents de la Garonne; au nord, la Loire et son affluent l'Allier; au sud, l'Hérault.

» *Ardèche.* — Cette rivière est le plus violent des affluents du Rhône. Ses plus grandes crues connues portent les dates suivantes :

Mi-septembre 1522,	18 septembre 1779,	... 1794,	28 septembre 1846,
3 septembre 1644,	16 septembre 1782,	10 octobre 1827,	10 septembre 1857,
9 septembre 1772,	3 septembre 1789,	20 septembre 1846,	15 octobre 1859.

Elles s'écoulent donc toujours un peu avant ou un peu après l'équinoxe d'automne.

» Le bassin est petit (2429 kilomètres carrés); la hauteur et la portée des crues est

(1) Depuis 1732, la Seine n'est entrée en grande crue ordinaire qu'une seule fois par l'effet des pluies d'équinoxe (fin septembre 1866).

(2) Voir, Mémoire de M. Raulin, *Atlas météorologique de l'Observatoire,* 1869-1870-1871.

énorme : elles s'élèvent au pont de Salavas à 17 mètres, et au pont d'Arc à $19^m,25$ au-dessus des basses eaux. Elles débitent jusqu'à 7000 mètres cubes d'eau par seconde, presque autant que la Loire à Tours.

» La crue du 10 octobre 1827 a suffi à elle seule pour élever le niveau du Rhône de $5^m,50$ à l'échelle d'Avignon. Elle a été produite par une pluie de 792 millimètres, chiffre constaté en vingt et une heures par M. de Montravel, à Joyeuse. C'est la plus grande pluie qui ait été observée en France et peut-être ailleurs. On sait qu'à Paris la hauteur moyenne annuelle de pluie dans la cour de l'Observatoire est de 576 millimètres.

» Le Doux, l'Ervieux et le Gardon éprouvent aussi des crues d'une violence extrême, mais qui sont moins redoutables que celles de l'Ardèche, parce que leurs bassins sont moins étendus. Suivant M. de Montravel, les pluies qui produisent ces grands débordements des rivières du Vivarais sont d'autant plus grandes que l'année est plus sèche (1).

» Si l'on considère que les affluents de la rive gauche, l'Isère, la Drôme et la Durance, ne sont guère moins violents, on reconnaîtra qu'il est impossible de prévoir dès le mois de juin une sécheresse d'automne dans le bassin du Rhône, en aval de Lyon.

» Nous n'avons pas encore enregistré dans notre *Bulletin* de ces grandes pluies dont il vient d'être question; mais on en a constaté assez communément qui dépassent 150 et même 250 millimètres en vingt-quatre heures, et suffisent pour déterminer une grande crue sans aucune préparation du sol : c'est ce qu'on va voir ci-dessous.

» *Tarn.* — Affluent de la Garonne. Cette rivière, dont les sources sont peu éloignées de celles du Chassezac, très-violent affluent de l'Ardèche, est soumise au même régime pluviométrique. Une grande pluie de 250 millimètres y produit une grande crue sans aucune préparation du sol : voici des chiffres extraits de notre *Bulletin* :

	Octobre 1872.							
	16	17	18	19	20	21	22	23
Pluie, bassin de l'Ardèche, N.-D.-des-Neiges (alt. 1120 mètres).	3^{mm}	96^{mm}	270^{mm}	147^{mm}	93^{mm}	0^{mm}	5^{mm}	33^{mm}
» bassin du Tarn, pont de Montvert (alt. 1120 mètres)	3	24	250	180	66	1	6	26
Crue correspondante du Tarn aux vignes........	$0^m,50$	$0^m,50$	$4^m,40$	$5^m,00$	$3^m,70$	$2^m,80$	$2^m,10$	$2^m,00$

» La concordance des pluies est frappante. Elles ont été précédées d'une sécheresse. La crue du Tarn a donc été subite et a déterminé une grande crue dans la Garonne. A Toulouse, en amont du confluent du Tarn, le fleuve n'a éprouvé que des variations de niveau insignifiantes; à Agen, en aval de ce confluent, la Garonne s'est élevée de $1^m,60$ (16 octobre) à 7 mètres (21 octobre).

» Tout le monde sait d'ailleurs que ce fleuve subit l'influence de la fonte des glaciers, surtout pour les pluies de la saison chaude. En voici un exemple tiré de notre *Bulletin :*

(1) Voir le Mémoire de M. de Mardigny *Sur les inondations des rivières de l'Ardèche* (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1860, p. 249).

	Juillet 1872.		Août 1872.				
	30	31	1	2	3	4	5
Pluies d'été, station de Montrejeau	7mm	16mm	95mm	0mm	1mm	0mm	0mm
Crue de la Garonne à Toulouse	1m,50	1m,30	4m,60	4m,80	2m,30	2m,00	1m,50

» *La Loire et l'Allier.* — Quoique ces deux rivières prennent naissance dans la même région que l'Ardèche, le Tarn et le Lot, elles ne reçoivent cependant, suivant l'énergique expression d'un ingénieur du département de l'Ardèche, que les éclaboussures des grandes pluies des Cévennes. Mais ces éclaboussures suffisent pour produire d'énormes crues dans les deux rivières. Reportons-nous aux mêmes dates que ci-dessus, et nous trouverons :

	Octobre 1872.							
	16	17	18	19	20	21	22	23
Pluie du bassin de l'Allier, station de Chaylard (altitude 1150 mètres)	3mm	58mm	150mm	144mm	54mm	0mm	3mm	24mm
Crue correspondante de l'Allier à Langogne	0m,30	0m,80	3m,20	2m,70	2m,20	1m,50	1m,30	1m,30

» La crue n'est pas très-considérable, mais subite. De temps à autre, il se forme en amont des plaines du Forez et de la Limagne, sur une surface de terrain qui ne représente pas la dixième partie du bassin de la Loire, des crues qui, à l'aval du Bec-d'Allier, débitent 9000 mètres cubes d'eau par seconde, autant que les plus grandes crues connues du fleuve à Tours. Tels ont été les désastreux débordements de la fin d'octobre 1846 et de la fin de septembre 1866.

» En résumé, cette petite chaîne des Cévennes reçoit des pluies assez abondantes pour déterminer d'énormes crues dans le lit de nos trois plus grands fleuves de France, le Rhône, la Loire et la Garonne; ces crues ont toujours lieu vers l'équinoxe d'automne.

» La partie méridionale de cette chaîne, la montagne Noire et les Corbières, ont une action bien plus nette encore sur les petits fleuves méditerranéens, tels que l'Hérault, l'Orb, l'Aude, le Tech et la Tet. Des pluies violentes tombées vers les équinoxes, surtout vers l'équinoxe d'automne, y déterminent des crues énormes. Dans les intervalles, les pluies sont très-faibles et les cours d'eau sont très-mal alimentés.

» *Hérault.* — Prend naissance dans les parties granitiques des Cévennes. Pluies très-violentes aux équinoxes, qui déterminent des crues énormes surtout à l'équinoxe d'automne, le reste de l'année relativement peu pluvieux et sans crues. Les grandes crues se forment en amont du pont de Gignac, et proviennent de l'Hérault et de son principal affluent l'Ergue. En aval du pont de Gignac commence la plaine de Montpellier, qui est sans action sur le régime du fleuve. Le bassin de l'Hérault et de l'Ergue, en amont du pont de Gignac, est d'environ 1900 kilomètres carrés. Les plus grandes crues connues débitent de 3500 à 3800 mètres cubes par seconde, une fois et demie plus que celles de la Seine, à Paris, dont le bassin est vingt-cinq fois plus grand.

» J'ai vu la plus grande crue connue de cette rivière, le 18 octobre 1868. La Société géologique de France, dont j'étais alors président, était en réunion extraordinaire à Montpellier. Le 17, nous traversâmes *à pied sec* un grand nombre d'affluents du fleuve, et le soir nous couchâmes à Clermont-l'Hérault, au bord de la vallée de l'Erque. Une de ces

pluies dont nous n'avons aucune idée dans le nord de la France tomba dans la nuit, et le lendemain en nous éveillant, nous vîmes la large vallée qui se développait sous nos yeux submergée à perte de vue. La crue de l'Hérault s'éleva au pont de Gignac, en amont du confluent de l'Ergue, à 13 mètres au-dessus de l'étiage et à $1^{m},50$ au-dessus de la plus grande crue connue antérieurement. Malheureusement aucune station d'observations pluviométriques n'existait alors dans la région montagneuse où se forment ces crues. On ne connaît donc pas la hauteur de la pluie à laquelle est due cet effroyable débordement de ce petit fleuve (1).

» Aujourd'hui nous enregistrons dans notre *Bulletin* les hauteurs de pluies d'un nombre suffisant de stations.

» Voici le diagramme de la plus grande crue constatée depuis l'origine de notre publication, celle d'octobre 1874 :

	Octobre 1874.								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Pluie au Caylar (altitude 747 mètres).	36 mm	83 mm	74 mm	53 mm	1 mm	39 mm	33 mm	5 mm	0
Crue de l'Hérault, au pont de Gignac.	0,70 m	2,50 m	4,50 m	3,25 m	2,10 m	1,80 m	2,50 m	2,25 m	1,50 m

» Il y a loin de cette crue à celle du 8 octobre 1868, qui, au pont de Gignac, s'est élevée à $8^{m},50$ plus haut. Néanmoins elle est caractéristique; elle a eu lieu subitement, sans aucune préparation du sol, et a été déterminée par une grande pluie d'équinoxe.

» *L'Orb et l'Aude.* — Rivières dont le régime se rapproche beaucoup de celui de l'Hérault. Crues violentes et de très-courte durée vers les équinoxes, surtout vers l'équinoxe d'automne. Dans le reste de l'année, très-basses eaux, surtout dans la saison chaude. C'est également en octobre 1874, aux mêmes dates que celles de l'Hérault, que je trouve les plus grandes crues enregistrées par notre *Bulletin :*

	Octobre 1874.								
Bassin de l'Orb :	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Pluie, station de St-Gervais (altitude 334 mètres) ...	208 mm	225 mm	200 mm	250 mm	0	80 mm	60 mm	0	0
Crue de l'Orb, pont Rouge, près Béziers...........	1,25 m	3,00 m	5,75 m	6,25 m	4,40 m	2,90 m	4,25 m	5,20 m	2,90 m
Crue de l'Aude, au pont de Gailhousty	2,06	2,06	2,60	8,20	3,60	3,80	6,10	7,30	4,30

La concordance du régime des deux rivières, pendant cette crue, est évidente.

» Il résulte de la discussion qui précède :

» Qu'il est impossible d'annoncer dès les premiers jours de juin, avec le même degré de probabilité, que dans le bassin de la Seine les grandes diminutions de débit du Rhône, de la Saône, de la Loire et de la Garonne, pendant la saison chaude;

» Que les petits fleuves méditerranéens, compris entre le Rhône et les

(1) Voir une Note de M. Ch. Martins *Sur le régime de l'Hérault et sur la crue du* 18 *octobre* 1868 (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1867-1868, p. 985).

Pyrénées, ont un régime spécial qui rend les prévisions à peu près inutiles, puisqu'ils éprouvent leurs crues presque périodiquement, un peu avant ou un peu après les équinoxes, et qu'il ne tombe, pour ainsi dire, plus de pluies sur leurs bassins dans le reste de l'année;

» Qu'il est très-difficile d'annoncer leurs crues désastreuses aux intéressés, puisqu'elles sont toujours subites et déterminées par une seule chute de pluie.

» Après notre Communication à l'Académie, MM. de Tastes et Raulin ont annoncé un abaissement probable *des sources* des bassins de la Loire et de la Garonne. Je crois en effet, au moins pour ce qui concerne la Loire, qu'il est possible d'annoncer à l'avance l'abaissement du débit *des sources;* mais, ainsi que je viens de le démontrer, il ne me paraît pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de prévoir dès le milieu du printemps, l'abaissement de la portée *des rivières* qui coulent dans ces bassins.

» On remarquera que, dans cette Note, je n'ai parlé ni des cours d'eau qui descendent des Alpes françaises : l'Isère, la Drôme, la Durance et le Var; ni de celles qui descendent du revers ouest du plateau central : la Dordogne et la Corrèze. Nos stations d'observations sont à peine organisées dans ces bassins. »

CHIRURGIE. — *Pansements à la ouate et occlusion inamovible.* Note de M. **Ollier** à propos du Rapport de M. *Gosselin* (1).

« Je désire soumettre à l'Académie, à l'occasion du Rapport de M. Gosselin, quelques faits expérimentaux et cliniques qui, outre leur intérêt au point de vue de la physiologie des plaies, me paraissent apporter de nouveaux arguments en faveur des conclusions de la Commission.

» Je me suis depuis longtemps préoccupé de l'application à la Chirurgie des expériences de M. Pasteur sur les fermentations, et, en 1870, j'avais étudié le mode de cicatrisation des plaies dans un milieu artificiel, inaccessible à l'air, en les plongeant dans un bain permanent d'huile phéniquée. L'huile avait, dans le cas présent, des avantages spéciaux sur les autres liquides. Plus légère que le sang, que le pus et tous les exsudats, ne pouvant se mêler à eux, elle les laissait tomber au fond du récipient et maintenait constamment la surface de la plaie en contact avec une couche de

---

(1) Cette Communication est celle qui avait été faite dans la séance précédente par M. Ollier, à la suite de la lecture du Rapport de M. *Gosselin*.

liquide qui, non-seulement empêchait l'accès de l'air, mais pouvait, au besoin, désinfecter les produits septiques formés sur la plaie elle-même.

» Ce bain huileux me paraissait, et me paraît encore, un des meilleurs moyens pour réaliser les conditions que M. Pasteur considère comme indispensables pour empêcher toute fermentation. J'obtins des résultats très-encourageants : trois succès sur quatre amputations. Mais ce moyen, très-séduisant en théorie, est d'une application incommode, souvent très-difficile, et, dans beaucoup de cas, impossible à cause de la configuration des organes qu'il faut maintenir dans un bain permanent. Aussi, quand M. Alph. Guérin eut fait connaître les beaux résultats qu'il avait obtenus par le pansement ouaté, me suis-je empressé de l'imiter. J'ai hâte de dire que les résultats que j'ai obtenus dans ces quatre dernières années à l'Hôtel-Dieu de Lyon (et que je ferai bientôt connaître en détail) ont été incontestablement plus satisfaisants que ceux que m'avaient fournis les diverses méthodes de pansement auxquelles j'avais eu recours, depuis dix ans, dans le même milieu. Mais, en adoptant le pansement au coton, je ne pus suivre M. Guérin dans ses idées théoriques et surtout dans son idée fondamentale de la filtration de l'air. Je cherchai seulement dans le coton un moyen simple et facile d'occlusion, et je m'attachai, au moment du pansement, à détruire les germes qui pouvaient exister sur la plaie et sur les objets qui devaient être mis en contact avec elle; mais il suffit de se représenter les conditions dans lesquelles on opère dans un hôpital, même dans une salle spéciale, pour comprendre qu'on ne peut pas exactement réaliser les conditions indiquées comme indispensables par M. Pasteur, pour le succès de ces expériences. A peine trouverait-on ces conditions sur le sommet d'une haute montagne inhabitée, et encore le chirurgien et ses aides apporteraient-ils avec eux des chances d'infection.

» Ayant fait l'analyse histologique et physiologique des pus retirés de dessous les bandages ouatés, je rencontrai des vibrions et divers microzoaires sur des plaies qui avaient un excellent aspect, et, d'autre part, je produisais des phlegmons gangréneux très-graves sur des chiens, en leur injectant du pus qui se trouvait sans inconvénient en contact avec des surfaces suppurantes chez l'homme. La tolérance des plaies pour ce pus infect, si dangereux pour les animaux dans le tissu cellulaire desquels on l'injecte, est une preuve frappante de l'inutilité des pansements fréquents, et elle vient à l'appui des conclusions de la Commission, qui voit un des principaux avantages du bandage de M. Guérin dans la rareté du pansement.

» A ce propos, je signalerai un fait qui n'a pas, que je sache, été encore observé; c'est l'élévation de la température des blessés après un pansement destiné à débarrasser la plaie des liquides fétides qui répandent une mauvaise odeur dans la salle et incommodent les voisins et les personnes de service. On croirait, *a priori*, que tout pansement méthodiquement, fait avec lavage de la plaie au moyen de liquides antiseptiques, doit amener une diminution immédiate de la résorption des matières septiques, et, par conséquent, un abaissement de la température générale. Il n'en est rien, et, lorsque l'on panse une plaie étendue, comme celle qui résulte d'une amputation ou d'une résection, on occasionne une élévation momentanée de température de 2, 4, 6 dixièmes de degré et plus, si l'on a déchiré les bourgeons charnus en retirant les pièces de pansement encore adhérentes.

» Le résultat inverse se produit cependant dans d'autres cas; il résulte du pansement un abaissement de la température générale : c'est lorsque, le bandage étant déjà ancien, il s'est accumulé du pus autour de la plaie, que ce pus irrite et excorie la peau sur une large surface; il s'opère alors, par cette peau excoriée, la résorption d'une certaine quantité de matière septique. Aussi suffit-il de renouveler le pansement, de faire écouler le pus, de remettre du coton neuf pour obtenir un résultat inverse de celui que j'ai signalé dans le cas précédent, lorsqu'on se hâtait de renouveler le pansement.

» Tant que le malade ne souffre pas dans un pansement ouaté, tant que la température ne s'élève pas, il faut laisser l'appareil en place et masquer la mauvaise odeur par les désinfectants ou des substances aromatiques agréables au malade. Je parle ici, bien entendu, du pansement des plaies dans un milieu infecté; dans un milieu salubre, la conduite du chirurgien doit être tout autre.

» Je ne puis entrer ici dans de plus longs développements sur ces variations de température; mais il ressort du fait que je viens d'exposer que, contrairement à l'idée généralement répandue, les pansements fréquents de certaines plaies, loin d'être un moyen de diminuer l'absorption des matières septiques, sont, au contraire, des occasions favorables et presque fatales pour l'augmentation de cette absorption.

» Mais ce n'est pas seulement parce que le pansement ouvre de nouvelles portes à l'absorption des matières répandues sur la plaie, qu'il faut le renouveler le plus rarement possible dans les milieux infectés; c'est aussi parce que, en découvrant la plaie, on l'expose à l'action des germes infec-

tieux qui sont répandus dans l'atmosphère, et qui en avaient été tenus éloignés par la couche protectrice de coton.

» J'ai déjà signalé la rareté relative de l'érysipèle sous le bandage ouaté. Dans un semestre où cette complication régnait dans mon service, je n'eus à constater qu'un seul cas développé sous le bandage, tandis que, dans le même espace de temps, vingt-deux cas se déclaraient autour des plaies de la tête ou du tronc, qui étaient pansées par les moyens ordinaires.

» Quelque temps après, j'eus à combattre une épidémie de pourriture d'hôpital. Or je constatai que jamais cette complication n'envahit primitivement les plaies placées sous le bandage; elle ne se déclara sur leur surface qu'après que celle-ci eut été mise à découvert pour le renouvellement du pansement.

» J'ai observé peu de pyohémies sous le bandage; mais celles que j'ai constatées se sont présentées avec des modifications symptomatiques très-intéressantes à noter. Les frissons étaient, dans certains cas, supprimés; ils étaient toujours moins intenses et moins fréquents; la marche de la maladie moins rapide. Les blessés paraissaient succomber à une septicémie lente. plutôt qu'à une véritable pyohémie. L'infection purulente prenait, pour ainsi dire, un caractère chronique; la vie était prolongée, et, dans cet intervalle, grâce au ralentissement des processus morbides, on pouvait combattre efficacement l'affection, par l'évacuation des malades dans un milieu salubre et par des moyens thérapeutiques qui fussent restés sans effet dans l'atmosphère nosocomiale.

» Ces observations prouvent bien que, si l'occlusion par le coton n'empêche pas certaines fermentations de se produire dans la plaie, elle fait obstacle à l'arrivée de certains germes infectieux qui empoisonnent l'air des hôpitaux. Ce dernier effet me paraît incontestable, et, si la première condition est difficile à réaliser, il faut s'en approcher de plus en plus, en désinfectant l'air ambiant, la plaie et les objets de pansement. Les lotions répétées de la plaie avec les solutions phéniquées, et surtout l'application immédiate d'une couche d'ouate bien imbibée d'huile phéniquée, me paraissent un complément rationnel de l'occlusion ouatée. Les faits de Lister viennent à l'appui de cette combinaison, et je crois que, si l'on veut poursuivre l'idée de l'arrêt et de la destruction des germes, on ne peut s'entourer de trop de précautions pour obtenir ce double résultat.

» Si une plaie granuleuse, c'est-à-dire fermée par une couche continue de bourgeons charnus, peut rester sans danger, pendant un certain temps, en contact avec un pus assez septique pour compromettre la vie d'un chien

dans le tissu cellulaire duquel on l'injecte, ce résultat ne peut se produire qu'à la condition de l'intégrité de cette membrane granuleuse. Or les tiraillements, les pressions, les mouvements des parties voisines occasionnent dans certaines plaies la rupture des bourgeons vasculaires et ouvrent, par conséquent, des portes à l'absorption.

» C'est à ce point de vue que je dois insister sur un autre avantage que la Commission a reconnu au pansement ouaté, je veux parler de l'immobilisation de la plaie. Je considère cet élément comme tellement important dans l'appréciation du mode d'action des pansements rares, que je cherche à le réaliser par des moyens plus efficaces que celui qu'emploie M. Alph. Guérin, et à rendre l'immobilisation aussi complète que possible, en entourant les membres d'un appareil silicaté.

» Cette immobilisation permanente, non-seulement des lèvres de la plaie, mais de toutes les parties qui peuvent influer sur elle, est une des conditions les plus favorables pour diminuer la suppuration, favoriser la réunion et hâter la cicatrisation d'une plaie. Dans les traumatismes des membres (fractures compliquées, résections articulaires, etc.), une enveloppe rigide me paraît indispensable pour obtenir une immobilisation complète des muscles et des os. L'appareil silicaté nous prive, il est vrai, de la compression progressive qu'il peut être utile d'exercer sur la partie blessée; mais cette compression, rationnelle dans certains cas, est inutile et pourrait être dangereuse dans d'autres. Dans les cas où l'on veut se réserver de pouvoir l'exercer sans nuire à l'immobilisation, on doit soutenir le membre par des attelles en fil de fer flexibles, qu'on resserre plus ou moins, selon l'indication. L'appareil silicaté a, de plus, un autre avantage sur l'appareil à bandes souples : on peut le fenestrer et transformer, selon les besoins de la plaie, un appareil occlusif en appareil ouvert, et remplacer alors les pansements rares par des pansements plus fréquents, sans perdre le bénéfice de l'immobilisation.

» On doit donc recourir simultanément à l'occlusion et à l'immobilité pour le traitement des plaies dans les milieux infectés. C'est la combinaison méthodique de ces deux éléments qui constitue l'*occlusion inamovible*, méthode de pansement dont les principes remontent à l'origine de la Chirurgie et se retrouvent toujours plus ou moins associés, selon les idées théoriques dominantes. L'occlusion inamovible me paraît devoir rendre les plus grands services dans la chirurgie d'armée, à cause de la facilité avec laquelle elle permet de transporter les blessés sans les faire souffrir et sans ébranler leur plaie, une fois la solidification du bandage effectuée.

» Les moyens de réaliser la double indication de l'occlusion inamovible sont multiples, en réalité, et les substances dont on peut se servir sont nombreuses; mais la ouate, comme substance isolante et protectrice, et le bandage silicaté, comme appareil de contention, méritent jusqu'ici la préférence. On pourrait même penser qu'en perfectionnant leur mode d'application on arrivera à les rendre de plus en plus efficaces contre les fermentations septiques. Malheureusement, un blessé ne s'infecte pas seulement par sa plaie, il s'infecte aussi par l'air qu'il respire; et c'est parce qu'il n'est pas encore possible de déterminer ce qui revient à chacune de ces deux sources d'infection, que nous devons, dans l'état actuel de la science, nous montrer très-réservés dans l'adoption de telle ou telle théorie, et surtout nous défier des pratiques systématiques et exclusives. »

M. le baron **Larrey** prend la parole pour faire une simple remarque :

« Les observations de M. Ollier, dit-il, formulant les résultats heureux de sa pratique chirurgicale, s'ajouteront utilement au Rapport de la Commission, mais notre savant rapporteur a bien apprécié, à leur juste valeur, tous les points de la question soulevée par les intéressantes recherches de M. Alph. Guérin sur le *pansement ouaté*.

» Je demanderais la permission d'insister, à mon tour, sur l'origine déjà ancienne du principe et de l'application des pansements rares, comme j'ai eu occasion autrefois d'en faire l'étude et l'expérimentation, si je ne craignais aujourd'hui d'abuser des moments précieux de l'Académie. Il y aurait notamment à démontrer, dans ce but, l'emploi des moyens les plus variés ou les plus connus, sans en excepter même le coton en couches épaisses ou superposées, dans le traitement des brûlures, par exemple, comme mode de pansement rare ou inamovible. Mais ce n'est pas ici le lieu ni le moment de discuter une question qui comporterait, d'ailleurs, de trop longs développements, plus en rapport avec les travaux de l'Académie de Médecine qu'avec les usages de l'Académie des Sciences. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *d'Omalius d'Halloy*, Correspondant de la Section de Minéralogie, Membre de l'Académie royale de Belgique, décédé à Bruxelles le 15 janvier 1875.

« M. **Ch. Sainte-Claire Deville** s'associe aux regrets exprimés par M. le

Secrétaire perpétuel. Non-seulement M. d'Omalius d'Halloy était le plus ancien de nos Correspondants étrangers, mais il était le doyen des géologues européens. Occupant dans sa patrie une position élevée (il était vice-président du Sénat belge), il avait, plus qu'aucun savant, avant Dumont, contribué à en faire connaître la nature géologique. La France, à laquelle le rattachaient des liens de famille et de nombreuses amitiés, avait été, dès longtemps, l'objet de ses études. Son *Essai d'une carte géognostique de la France*, publié en 1822, a été justement apprécié par les illustres savants qui devaient doter notre pays de la carte géologique que tout le monde connaît. Enfin, il me sera permis de rappeler l'aménité et la sûreté de relations que nous avons tous constamment trouvées en M. d'Omalius, et ce qu'il apportait à la fois de bienveillance et de finesse dans les discussions scientifiques, auxquelles il aimait à prendre part, et que sa longue expérience et son grand savoir parvenaient toujours à rendre originales et instructives. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la première méthode de Jacobi pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. G. DARBOUX.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Dans une Communication du 21 décembre 1874, j'ai indiqué quelle était la nature des remarques faites sur cette première méthode par M. Mayer, et comment j'avais été conduit à examiner ses objections par les remarques que M. Bertrand a présentées à ce sujet dans son Cours de 1872 au Collége de France. Je me propose d'examiner, dans cette Note, quelles sont les modifications que doit subir la méthode de Jacobi si l'on veut la rendre applicable dans tous les cas.

» Soient les équations

$$(1) \qquad \frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad \frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i},$$

où H désigne une fonction quelconque de $p_1, p_2, \ldots, p_n, q_1, q_2, \ldots, q_n$ et t. Nous désignerons par p_i^0, q_i^0 les valeurs des variables p_i, q_i pour $t = 0$.

» Supposons qu'on ait intégré le système des équations (1), c'est-à-dire qu'on ait trouvé $2n$ relations entre les variables t, p_i, q_i, p_i^0, q_i^0. Jacobi admet implicitement qu'on ne peut éliminer toutes les variables p_i, p_i^0 d'au-

cune de ces relations. Nous supposerons, au contraire, que k de ces relations puissent s'exprimer, indépendamment des quantités p_i, p_i^0. Soient

$$(2)\quad \begin{cases} F_1(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0, t) = 0, \\ F_2(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0, t) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ F_k(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0, t) = 0 \end{cases}$$

ces équations. On peut en tirer k des quantités q_i^0, q_1^0, $q_2^0, \ldots, q_k^0$ par exemple, et les mettre sous la forme

$$(3)\quad \begin{cases} F_1 = f_1(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_{k+1}^0, q_{k+2}^0, \ldots, q_n^0, t) - q_1^0 = 0, \\ F_2 = f_2(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_{k+1}^0, q_{k+2}^0, \ldots, q_n^0, t) - q_2^0 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ F_k = f_k(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_{k+1}^0, q_{k+2}^0, \ldots, q_n^0, t) - q_k^0 = 0. \end{cases}$$

Alors les $2n$ quantités q_i, q_i^0 ne pourront plus être considérées comme indépendantes. Mais il y a une première remarque à faire : c'est que, même dans ce cas, V *peut s'exprimer en fonction des variables* q_i, q_i^0. Cela résulte, comme l'a fait remarquer M. Bertrand, de l'expression même de la différentielle totale de cette fonction.

» Admettons qu'on ait calculé V et qu'on l'ait exprimé d'une manière quelconque en fonction des variables q_i, q_i^0 (cela pourra se faire, en général, d'une infinité de manières, puisqu'il y a k relations entre les q_i, q_i^0). Remplaçant δV par son expression au moyen des dérivées partielles de V, on déduit de la formule (5) de ma première Communication la suivante :

$$(4)\qquad \sum\left(\frac{\partial V}{\partial q_i} - p_i\right)\delta q_i - \sum\left(\frac{\partial V}{\partial q_i^0} + p_i^0\right)\delta q_i^0 = 0.$$

» On n'a plus le droit seulement d'égaler à zéro le coefficient de chaque différentielle, puisque les variables q_i, q_i^0 ne sont plus indépendantes. On a entre les différentielles de ces variables les k relations suivantes :

$$\begin{gathered} \frac{\partial F_1}{\partial q_1}\delta q_1 + \ldots + \frac{\partial F_1}{\partial q_n}\delta q_n + \frac{\partial F_1}{\partial q_1^0}\delta q_1^0 + \ldots + \frac{\partial F_1}{\partial q_n^0}\delta q_n^0 = 0, \\ \frac{\partial F_2}{\partial q_1}\delta q_1 + \ldots + \frac{\partial F_2}{\partial q_n}\delta q_n + \frac{\partial F_2}{\partial q_1^0}\delta q_1^0 + \ldots + \frac{\partial F_2}{\partial q_n^0}\delta q_n^0 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \frac{\partial F_k}{\partial q_1}\delta q_1 + \ldots + \frac{\partial F_k}{\partial q_n}\delta q_n + \frac{\partial F_k}{\partial q_1^0}\delta q_1^0 + \ldots + \frac{\partial F_k}{\partial q_n^0}\delta q_n^0 = 0. \end{gathered}$$

» Il suit de là que, en désignant par $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_k$ des multiplicateurs

convenablement choisis, on pourra toujours poser

$$(5)\qquad \frac{\partial V}{\partial q_i} - p_i = -\lambda_1 \frac{\partial F_1}{\partial q_i} - \lambda_2 \frac{\partial F_2}{\partial q_i} - \ldots - \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial q_i},$$

$$(6)\qquad \frac{\partial V}{\partial q_i^0} + p_i^0 = \lambda_1 \frac{\partial F_1}{\partial q_i^0} + \lambda_2 \frac{\partial F_2}{\partial q_i^0} + \ldots + \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial q_i^0}.$$

Telles sont les formules qu'il faut substituer aux équations de Jacobi.

» Les équations (5), (6), jointes aux formules (3), permettent d'exprimer toutes les arbitraires de la question en fonction de

$$q_1,\quad q_2,\ldots,\quad q_n;\quad q_{k+1}^0,\ldots,\quad q_n^0;\quad \lambda_1,\quad \lambda_2,\ldots,\quad \lambda_k.$$

Elles donnent donc l'intégrale générale du système des équations (1); de plus, les $2n$ arbitraires en fonction desquelles s'expriment toutes les variables sont indépendantes les unes des autres, et, par suite, toute relation où elles figureront seules devra être identiquement vérifiée.

» Cherchons maintenant, en suivant pas à pas la marche de Jacobi, la dérivée partielle de V par rapport à t. On a

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial q_1}\frac{dq_1}{dt} + \ldots + \frac{\partial V}{\partial q_n}\frac{dq_n}{dt} = p_1 \frac{dq_1}{dt} + \ldots + p_n \frac{dq_n}{dt} - H$$

et, par suite, en remplaçant $\frac{\partial V}{\partial q_i}$ par son expression tirée de la première des équations (5),

$$\frac{\partial V}{\partial t} - \sum_{\alpha=1}^{\alpha=k}\left(\frac{\partial F_\alpha}{\partial q_1}\frac{dq_1}{dt} + \frac{\partial F_\alpha}{\partial q_2}\frac{dq_2}{dt} + \ldots + \frac{\partial F_\alpha}{\partial q_n}\frac{dq_n}{dt}\right) + H(p_i, q_i, t) = 0.$$

Le coefficient de λ_α est évidemment égal à $-\frac{\partial F_\alpha}{\partial t}$. On a donc, en remplaçant p_i dans H par sa valeur tirée des formules (5),

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \lambda_1 \frac{\partial F_1}{\partial t} + \ldots + \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial t} + H\left(\frac{\partial V}{\partial q_i} + \lambda_1 \frac{\partial F_i}{\partial q_i} + \ldots + \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial q_i},\ q_i,\ t\right) = 0.$$

» Si, comme nous pouvons le supposer maintenant, les équations (7) ont été écrites sous la forme (3); si, en outre, au moyen de ces équations (3), on a chassé de V $q_1^0, q_2^0, \ldots, q_n^0$, l'équation précédente a lieu entre les $2n$ arbitraires

$$q_{k+1}^0,\ldots,\quad q_n^0;\quad q_1,\ldots,\quad q_n;\quad \lambda_1,\quad \lambda_2,\ldots,\quad \lambda_k.$$

Elle est donc *identiquement* vérifiée, d'après une remarque déjà faite. Or, si l'on y considère $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_k$ comme des constantes, et si l'on remarque que les dérivées de F_α sont les mêmes que celles de f_α, elle exprime que

la fonction

$$V + \lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \ldots + \lambda_k f_k$$

satisfait à l'équation aux dérivées partielles proposée. Ainsi, sans changer de méthode, on obtient encore une intégrale générale de l'équation aux dérivées partielles qu'il s'agit d'intégrer.

» Le résultat de cette recherche peut être résumé dans le théorème suivant :

» *Étant données les équations différentielles*

$$\frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad \frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i}, \qquad i = 1, 2, \ldots, n,$$

supposons qu'on les ait intégrées, et que des intégrales on puisse déduire k *relations distinctes et* k *seulement entre les variables* $q_1, q_2, \ldots, q_n$ *et leurs valeurs initiales, on mettra ces relations sous la forme*

$$F_1 = f_1(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_{k+1}^0, q_{k+2}^0, \ldots, q_n^0) - q_1^0 = 0,$$
$$F_2 = f_2(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_{k+1}^0, q_{k+2}^0, \ldots, q_n^0) - q_2^0 = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$F_k = f_k(q_1, q_2, \ldots, q_n, q_{k+1}^0, q_{k+2}^0, \ldots, q_n^0) - q_k^0 = 0,$$

et l'on calculera l'intégrale

$$V = \int_0^t \left(p_1 \frac{dq_1}{dt} + p_2 \frac{dq_2}{dt} + \ldots + p_n \frac{dq_n}{dt} - H\right) dt.$$

Cette intégrale pourra toujours s'exprimer en fonction des variables $q_1, q_2, \ldots, q_n, q_{k+1}^0, \ldots, q_n^0$. *Cette expression de* V *étant obtenue, les intégrales générales du système des équations différentielles pourront se mettre sous la forme*

$$p_i - \frac{\partial V}{\partial q_i} = \lambda_1 \frac{\partial F_1}{\partial q_i} + \lambda_2 \frac{\partial F_2}{\partial q_i} + \ldots + \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial q_i},$$
$$p_i^0 + \frac{\partial V}{\partial q_i^0} = \lambda_1 \frac{\partial F_1}{\partial q_i^0} + \lambda_2 \frac{\partial F_2}{\partial q_i^0} + \ldots + \lambda_k \frac{\partial F_k}{\partial q_i^0},$$

et en outre la fonction

$$V + a_1 f_1 + \ldots + a_k f_k,$$

où $a_1, a_2, \ldots, a_k$ *sont des constantes arbitraires, sera une intégrale générale de l'équation*

$$\frac{\partial V}{\partial t} + H = 0,$$

où l'on a remplacé dans H p_i *par* $\frac{\partial V}{\partial q_i}$.

» Je n'insiste pas sur la grande simplification qu'offrira l'intégration des équations différentielles du système canonique dans le cas spécial sur lequel M. Mayer a appelé l'attention. »

M. **Casey** transmet à l'Académie, par l'entremise de M. Puiseux, un Mémoire manuscrit, écrit en anglais, sur un système de coordonnées tangentielles.

(Commissaires : MM. Chasles, Bonnet, Puiseux.)

M. E. **Robert** adresse une nouvelle Note relative au gisement des silex taillés de Précy-sur-Oise, et à la présence de grands pachydermes dans le diluvium de la même localité.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Gervais.)

M. D. **Lontin** adresse une Note concernant les perfectionnements apportés par lui aux machines dynamo-électriques.

(Renvoi à l'examen de M. Bréguet.)

M. **Bonneil** adresse une Note relative à un projet d'appareil pour la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. E. **Duchemin** adresse une Note relative à une « nouvelle boussole, pouvant être utilisée sur la surface des liquides et donner l'heure par le Soleil ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. C. **Beuchot** adresse une nouvelle Note concernant l'application de la vapeur à la navigation sur les canaux et rivières.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. F. **Garrigou** adresse une « Étude sur les causes d'usure et d'explosion des chaudières des machines à vapeur ».

L'auteur considère que l'une des principales causes d'usure des chaudières est l'oxydation des parois, sous l'action des courants développés par l'emploi simultané du fer et du cuivre dans leur construction. Il propose de

construire les chaudières entièrement en cuivre, et de placer, à l'intérieur, des morceaux de fer, sur lesquels se porterait l'action électrochimique.

(Commissaires : MM. Pâris, Tresca.)

MM. **Blandin**, **Baruzzi**, **Mosca**, **Guillaumont** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Chasles* et *Faye* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année 1875, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

MM. **Bouland**, **Gaugain**, **Paul Henry** et **Prosper Henry** adressent des remercîments à l'Académie pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance solennelle.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie quelques documents qui lui sont adressés par M. le Consul de France à l'île Maurice, sur les résultats obtenus par lord *Lindsay* dans l'observation du passage de Vénus.

M. le **Consul de France a Honolulu** adresse à M. le Président quelques détails concernant les résultats obtenus dans l'observation du passage de Vénus, par les expéditions anglaises, à Honolulu, à l'île d'Hawaï et à l'île de Kanai.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse à M. le Secrétaire perpétuel la Lettre suivante :

« Les 13 et 14 février 1874, le *Journal officiel* reproduisait dans ses colonnes (p. 1230 et 1258) deux articles extraits, l'un du *Gardener's Magazine* et l'autre du *Times*, relatifs à un insecte inconnu en Europe, la *Doryphora* (mouche des pommes de terre), qui attaquerait, depuis quelques années, les plantations de pommes de terre aux États-Unis. Depuis son apparition, qui remonterait à 1823, cet insecte, qui aurait fait un mal

considérable, se serait répandu avec une grande rapidité dans le nord, ainsi que vers l'est.

» Le 28 avril 1874, M. de Tschudi, envoyé suisse à Vienne, signala à son Gouvernement ce nouvel ennemi des récoltes, et appela son attention sur les mesures à prendre pour prévenir l'invasion de la *Doryphora*, qui pouvait, d'un moment à l'autre, être importée par l'un des vaisseaux qui transitent entre l'Europe et les États-Unis, depuis surtout que cette mouche s'est installée dans les provinces du littoral océanique, New-York, Pensylvanie, Carolines, etc.

» Les 19 novembre et 24 décembre derniers, M. le Ministre des Affaires étrangères m'a signalé les dangers que l'Agriculture européenne pouvait courir, si les craintes de M. de Tschudi, dont M. Kern, le représentant suisse à Paris, l'avait entretenu, venaient à se réaliser. Il m'a fait connaître les dispositions que les Gouvernements de Suisse, de Belgique et des Pays-Bas se proposaient d'adopter, en vue de prévenir l'invasion de la *Doryphora*, et m'a prié d'examiner s'il n'y avait pas lieu pour la France d'entrer dans la même voie.

» Enfin M. le Maréchal Président de la République, qui a eu connaissance de ce qui se passait chez nos voisins, m'a invité à faire étudier cette question, qui lui paraît avoir une sérieuse importance.

» Cette étude se résume dans l'examen des deux propositions suivantes :

» 1° Le danger signalé par M. de Tschudi et les journaux anglais cités plus haut est-il assez grave pour qu'il y ait lieu d'adopter des mesures en vue de prévenir l'invasion de la *Doryphora*?

» 2° Dans le cas de l'affirmative, quelles seraient les mesures à prendre?

» Il ne faut pas perdre de vue que la France exporte beaucoup plus de pommes de terre qu'elle n'en importe. En effet, pour les onze premiers mois de 1874, dont les chiffres sont encore les seuls connus, l'exportation de ces solanées s'est élevée à 155735565 quintaux, tandis que l'importation n'atteint que 9253000 quintaux.

» Toutefois il faut dire que cette importation vient, pour la plus forte partie, de l'Angleterre, qui tire elle-même beaucoup de pommes de terre des États-Unis, et qu'une autre portion provient des ventes faites par les navires rendus au port de destination et qui préfèrent renouveler leurs approvisionnements.

» Les craintes de M. de Tschudi ne seraient donc pas absolument exagérées, et il y a lieu, je crois, pour le Gouvernement, de se préoccuper de cette situation et de s'éclairer, à cet effet, de l'opinion des hommes compétents.

» Je vous serai obligé de vouloir bien placer sous les yeux des Membres de votre honorable et illustre Compagnie la présente dépêche, ainsi que les pièces qui y sont jointes, et de la prier d'examiner d'une manière très-approfondie la question en répondant aux deux propositions que j'ai transcrites plus haut. »

(Cette Lettre sera renvoyée aux Sections d'Économie rurale et de Zoologie.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur la notion des systèmes généraux de surfaces, algébriques ou transcendantes, déduite de la notion des implexes.* Note de M. G. Fouret, présentée par M. Chasles.

« Dans une des Notes (*) que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie l'année dernière, j'ai établi l'existence de certains groupes ou *implexes* de surfaces, algébriques ou transcendantes, remplissant l'espace une infinité de fois, et définis par deux caractéristiques θ et φ, qui sont : l'une, la classe du cône enveloppe des plans tangents, en un point quelconque, à toutes les surfaces de l'implexe qui y passent; l'autre, le degré du lieu des points de contact des surfaces de l'implexe avec un plan quelconque.

» J'ai, en outre, donné la forme la plus générale de l'équation aux dérivées partielles, à laquelle satisfont les surfaces d'un implexe (θ, φ).

» Cette question, une fois résolue, en soulevait une autre : celle de reconnaître, une surface transcendante étant donnée, si cette surface peut faire partie d'un ou plusieurs implexes, et, en cas d'affirmative, de déterminer les caractéristiques de ou des implexes renfermant cette surface (**). Or, on démontre aisément que toute surface transcendante ne peut pas faire partie d'un implexe, et que, pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que les points de contact des plans tangents menés à la surface considérée (S), par l'une quelconque des droites D d'un même plan, d'ailleurs choisi arbitrairement, soient situés sur une surface algébrique, variable avec D. Lorsque cette condition est remplie pour toutes les droites d'un certain plan, elle l'est également pour toutes les droites de l'espace; et la surface (S) fait partie d'un implexe dont la caractéristique θ est égale

(*) *Sur certains groupes de surfaces, etc.* (*Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 467).

(**) La même question, pour les courbes planes transcendantes, a été traitée dans une Note communiquée à la Société Mathématique (*Sur les courbes planes transcendantes, susceptibles de faire partie d'un système* (μ, ν). — *Bulletin*, t. II, p. 96).

au degré de multiplicité de la droite D sur (Σ), et la seconde caractéristique φ à l'excès du degré de (Σ) sur le degré de multiplicité de D. On démontre, en outre, qu'une surface transcendante ne peut pas, en général, appartenir à plus d'un implexe. Pour qu'elle appartienne à la fois à deux implexes (θ, φ), (θ', φ'), définis par deux équations telles que

$$(1) \quad \begin{cases} F_1[(x, y, z)_\varphi, \ (p, q, \nu)_\theta] = 0, \\ F_2[(x, y, z)_{\varphi'}, \ (p, q, \nu)_{\theta'}] = 0 \ (*), \end{cases}$$

il faut qu'une certaine relation entre F_1, F_2 et leurs dérivées partielles du premier ordre

$$(2) \qquad (F_1, F_2) = 0$$

soit identiquement satisfaite. Lorsqu'il en est ainsi, la surface considérée appartient à une infinité d'implexes qui ont pour équation générale

$$(3) \qquad F_1 + \lambda F_2 = 0,$$

λ désignant un paramètre arbitraire.

» Lorsque la relation (2) est vérifiée identiquement, l'ensemble des équations (1) définit une infinité de surfaces communes aux deux implexes. Ces surfaces forment ce que nous appellerons un *système*, en donnant à ce mot un sens plus large que celui qui est adopté pour désigner un ensemble de surfaces algébriques du même degré, satisfaisant à autant de conditions, moins une, qu'il en faut pour déterminer une pareille surface (**).

» Nous définirons, comme dans ce dernier cas, les systèmes généraux de surfaces, algébriques ou transcendantes, au moyen de trois nombres ou caractéristiques μ, ν, ρ, qui sont respectivement : le nombre des surfaces du système passant par un point quelconque, le nombre de celles qui touchent une droite quelconque et le nombre de celles qui touchent un plan quelconque.

» Les caractéristiques d'un système se déduisent, en général, d'une manière fort simple des caractéristiques θ, φ, et θ', φ', de deux des implexes qui possèdent en commun les surfaces de ce système. Il en sera ainsi lorsque ce dernier comprendra la totalité des surfaces communes aux deux

---

(*) *Comptes rendus, loc. cit.*

(**) De Jonquières, *Propriétés des systèmes de surfaces d'ordre quelconque* (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 567, et t. LXI, p. 440). Chasles, *Théorie générale des systèmes de surfaces du second ordre* (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 405).

implexes. On aura, dans ce cas,

(4) $$\mu = \theta\theta', \quad \nu = \theta\varphi' + \theta'\varphi, \quad \rho = \varphi\varphi'.$$

» Mais il pourra se faire qu'un système (μ, ν, ρ) ne comprenne qu'une partie des surfaces communes à deux implexes (θ, φ), (θ', φ'), les autres surfaces appartenant à un ou plusieurs systèmes complémentaires. Dans ce cas, les caractéristiques μ, ν, ρ seront inférieures aux nombres donnés par les formules (4). Nous citerons deux exemples simples à l'appui de ce que nous venons de dire.

» Premier exemple : *Les surfaces de vis d'un pas donné* H, *autour d'un certain axe* I, *forment un implexe* ($\theta = 1$, $\varphi = 1$) (*).

» *Les surfaces de vis à filet carré, de pas différents, décrites autour du même axe* I, *forment un second implexe* ($\theta' = 1$, $\varphi' = 1$).

» *L'intersection complète de ces deux implexes donne le système formé par l'ensemble des surfaces de vis à filet carré, de même pas* H, *décrites autour de l'axe* I. *Les caractéristiques de ce système sont*

$$\mu = \theta\theta' = 1, \quad \nu = \theta\varphi' + \theta'\varphi = 2, \quad \rho = \varphi\varphi' = 1.$$

» Deuxième exemple : *L'ensemble des sphères ayant leur centre sur une même droite* D *forme un implexe* ($\theta = 1$, $\varphi = 1$) (**).

» *Deux pareils implexes construits avec deux droites* D *et* D', *qui se coupent en un point* O, *ont en commun les sphères qui ont leur centre en* O. *Ces sphères forment un système* ($\mu = 1$, $\nu = 1$, $\rho = 1$), *qui est une partie de l'intersection des deux implexes. Le complément de cette intersection est composé d'une infinité de plans doubles, coïncidant avec le plan de l'infini.*

» Il y a, comme on le voit par ce qui précède, une analogie frappante entre le lien qui rattache les systèmes aux implexes, et celui qui unit les courbes et les surfaces algébriques. Les courbes algébriques peuvent d'ailleurs être considérées comme un cas particulier des systèmes de surfaces, de même que les surfaces algébriques peuvent être considérées comme un cas particulier des implexes (***). Si l'on suppose, en effet, que p, q et ν disparaissent des équations (1) ($\theta = 0$, $\theta' = 0$), ces deux équations qui, en général, définissent deux implexes, définissent alors deux surfaces de degrés φ et φ', et l'intersection de ces dernières donne une ou plusieurs courbes, qui sont les limites du ou des systèmes de surfaces communes

---

(*) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 469.

(**) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 469.

(***) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 468.

aux deux implexes. On reconnaît d'ailleurs facilement que la relation (2) est toujours satisfaite dans ce cas limite. Ainsi, une courbe gauche de degré n peut être assimilée à un système dont les caractéristiques sont $\mu = 0$, $\nu = 0$, $\rho = n$, et dans lequel les points jouent le rôle d'éléments qui appatient aux surfaces dans le cas d'un système général; de la même manière, une développable algébrique de $n^{ième}$ classe, ou plutôt l'ensemble de ses plans tangents, peut être considérée comme un cas particulier des systèmes de surfaces : c'est un système de plans dont les caractéristiques sont $\mu = n$, $\nu = 0$, $\rho = 0$.

» Les systèmes généraux de surfaces jouissent d'un certain nombre de propriétés, qui sont déjà connues dans le cas des systèmes de surfaces algébriques. Elles possèdent en commun avec ces dernières toutes les propriétés dans lesquelles n'intervient ni le degré, ni la classe, ni aucun des caractères des surfaces algébriques. L'énoncé et la démonstration de ces propriétés ne changeant pas, lorsqu'on les étend aux systèmes généraux de surfaces, nous nous bornerons à les signaler ici, en renvoyant aux deux Communications faites, il y a quelques années, sur ce sujet à l'Académie par M. de Jonquières (*). Parmi les théorèmes qui font l'objet de la première Note, ceux qui s'appliquent aux systèmes généraux de surfaces, portent les numéros III à VII, IX à XIII, XVI et XVII inclusivement. Dans une deuxième Note qui complète la première, M. de Jonquières énonce deux autres propriétés, dont l'une est la généralisation du théorème XIII précité. L'importance de ces deux théorèmes, déjà si grande dans le cas des systèmes de surfaces algébriques, se trouvant encore accrue par leur extension aux systèmes généraux de surfaces, nous croyons devoir les énoncer ici.

» I. *Le nombre des surfaces d'un système général* (μ, ν, ρ), *qui touchent une courbe gauche de degré p, formant l'arête de rebroussement d'une développable de degré r, est* $(\mu r + \nu p)$.

» II. *Le nombre des surfaces d'un système général* (μ, ν, ρ), *qui touchent une surface algébrique de degré m, de classe r, et dont les sections planes sont de classe n, est* $(\mu r + \nu n + \rho m)$. »

(*) *Loc. cit.*

ASTRONOMIE. — *Système stellaire de la 61e du Cygne et étoiles physiquement associées dont le mouvement relatif n'est pas orbital, mais rectiligne.* Note de M. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

« Dans son *Traité d'Astronomie* (t. III, p. 198), Delambre expose comme il suit le résultat des recherches de Bessel sur les étoiles doubles :

« Un grand travail qu'il a entrepris lui a prouvé que les étoiles doubles forment par elles-mêmes un système particulier. Plusieurs étoiles de ce genre, par leur mouvement commun, montrent une dépendance mutuelle; *mais la plus digne de remarque est la 61e du Cygne.* Cette étoile double s'avance avec une grande vitesse; *il est évident que les deux étoiles tiennent l'une à l'autre par les liens de l'attraction, et depuis soixante ans, elles ont décrit une partie considérable de leur orbite autour du centre commun de gravité,* etc.

» Il estime le temps de la révolution à 400 ans, le demi-grand axe à 25 secondes et la parallaxe annuelle à 0″,46. »

» Depuis le temps de Bessel et Delambre, un grand nombre d'astronomes se sont occupés de cette étoile double; elle a longtemps été considérée comme la plus intéressante de toutes; elle est la première étoile dont on ait pu déterminer la distance à la Terre, et l'on avait cru pouvoir même évaluer sa masse à 2,93, celle du Soleil étant 1. La série de ces observations a prouvé que la conclusion de Bessel était prématurée, et quoique l'orbite ait été modifiée et la période allongée d'abord à 450 ans, puis à 520 et à 600, cependant les observations successives ont constamment montré qu'elles ne s'accordaient avec l'hypothèse d'aucune orbite. Mes études sur les étoiles doubles m'ont conduit à comparer toutes les observations que j'ai pu me procurer sur ce curieux système. Elles sont nombreuses, car la plus ancienne date de plus de cent vingt ans. Le résultat de toutes ces observations réunies est que la marche de la petite étoile par rapport à la grande s'opère *absolument en ligne droite.*

» Ce couple étant présenté dans tous les ouvrages d'Astronomie comme un exemple des orbites calculées et de la détermination des masses des étoiles, solliciterait par cela même notre attention, si sa condition ne le plaçait aujourd'hui dans une situation nouvelle et sans contredit fort étrange.

» En effet, les deux étoiles qui le composent ne sont pas, comme dans les couples optiques, deux étoiles prises au hasard dans le ciel, et fortuitement placées en perspective sur le même rayon visuel; mais elles se connaissent et forment en réalité un même couple physique, car elles sont animées d'un mouvement propre commun. Si ce mouvement était faible ou de l'ordre des mouvements moyens, on pourrait peut-être encore invoquer le hasard; mais il est d'un caractère exceptionnel, et c'est l'un des plus rapides qui existent dans le ciel. Il dépasse 5 secondes. Voici comment il se décompose pour chacune des deux étoiles :

61_1 : Æ = + 5″09, Ⓓ = + 3″22,
61_2 : Æ = + 5″18, Ⓓ = + 3″00.

» Ce mouvement, qui n'est qu'une projection, représente pour notre esprit une vitesse de plusieurs *millions* de lieues par jour, vitesse colossale et qui ne permet pas un seul instant de supposer que les deux étoiles qui en sont animées ne soient pas rattachées entre elles par un lien physique. Il n'y a qu'une seule étoile dans notre ciel boréal qui présente un mouvement angulaire plus rapide : c'est la 1830e de Groombridge.

» Une autre raison milite en faveur de l'association de ces deux étoiles : c'est leur ressemblance singulière dans le champ du télescope. L'une est de 5e $\frac{1}{2}$, l'autre de 6e grandeur ; elles sont toutes deux jaunes. Il est difficile de se défendre de l'idée que ces deux lumières voisines et analogues aient entre elles un invisible lien de parenté.

» L'examen de ce système nous conduit donc aujourd'hui à une conclusion opposée à celle de l'illustre Bessel : c'est que les deux étoiles, quoique certainement associées entre elles, *ne tournent pas l'une autour de l'autre*.

» Une telle conclusion est-elle contraire à l'universalité de la gravitation ? Il faut avouer qu'au lieu de prouver cette universalité, comme il paraissait le faire en fournissant, il y a trente ans, à Arago des arguments très-éloquents, ce système fournirait plutôt aujourd'hui des arguments contraires. Mais comme théoriquement il nous est impossible de douter de cette universalité, nous sommes amenés à conclure que les deux composantes de la 61e du Cygne sont, ou d'une masse très-faible, ou écartées considérablement l'une de l'autre dans le sens du rayon visuel. (La distance angulaire qui les sépare actuellement est de 20 secondes.)

» La seconde de ces hypothèses me paraît de beaucoup la meilleure, non-seulement à cause des masses déjà calculées pour d'autres étoiles, mais surtout parce que ce cas n'est pas unique dans le ciel, et que, dans l'état actuel de nos connaissances sur les mouvements propres, nous pouvons déjà trouver des exemples d'étoiles éloignées les unes des autres et animées d'un même mouvement de translation dans l'espace. Je citerai notamment l'étoile double Piazzy, XIV, 212, dont le mouvement propre annuel est de 2″,02, et dont les deux composantes se déplacent aussi en ligne droite ; o^2 Éridan, qui est dans le même cas, avec 82 secondes de distance angulaire ; μ^1 et μ^2 du Bouvier (1′48″) ; 30 Scorpion et 36 Ophiuchus, écartées de 12 minutes et animées d'une marche commune. On pourrait même aller plus loin et signaler des étoiles bien plus éloignées encore les unes des autres, et animées d'un mouvement évidemment commun. Les étoiles doubles qui sont restées relativement fixes depuis leur découverte en marchant

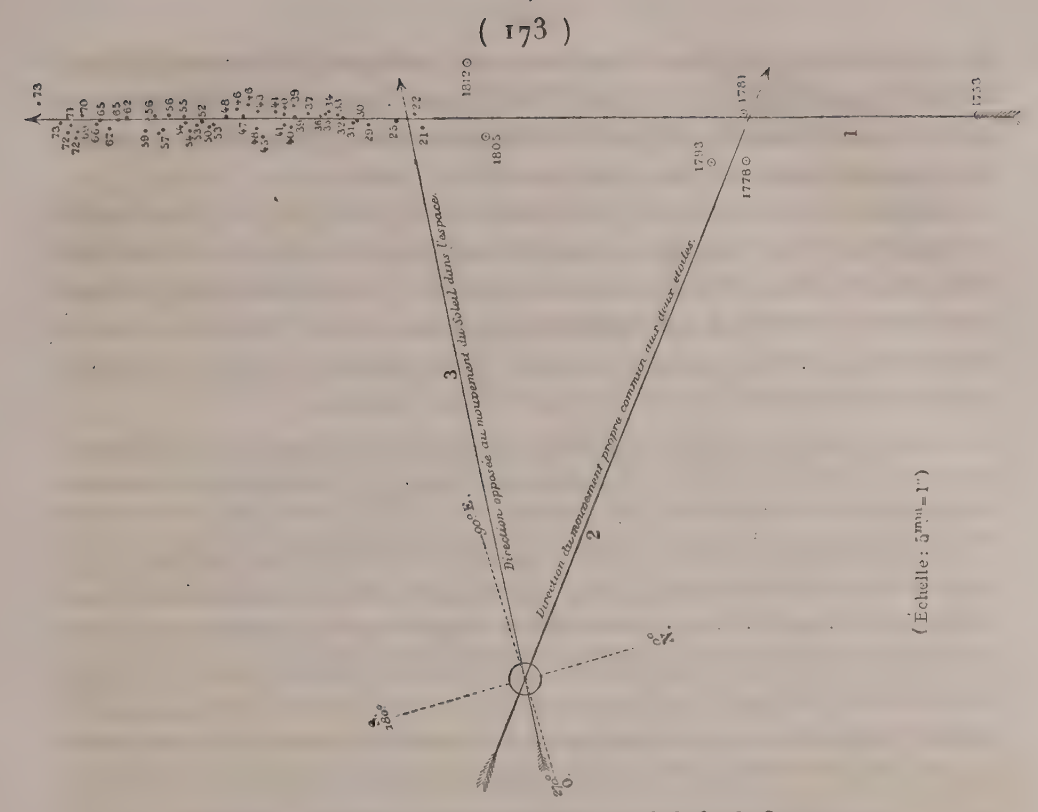


Fig. 1. — Positions observées du compagnon de la 61e du Cygne.

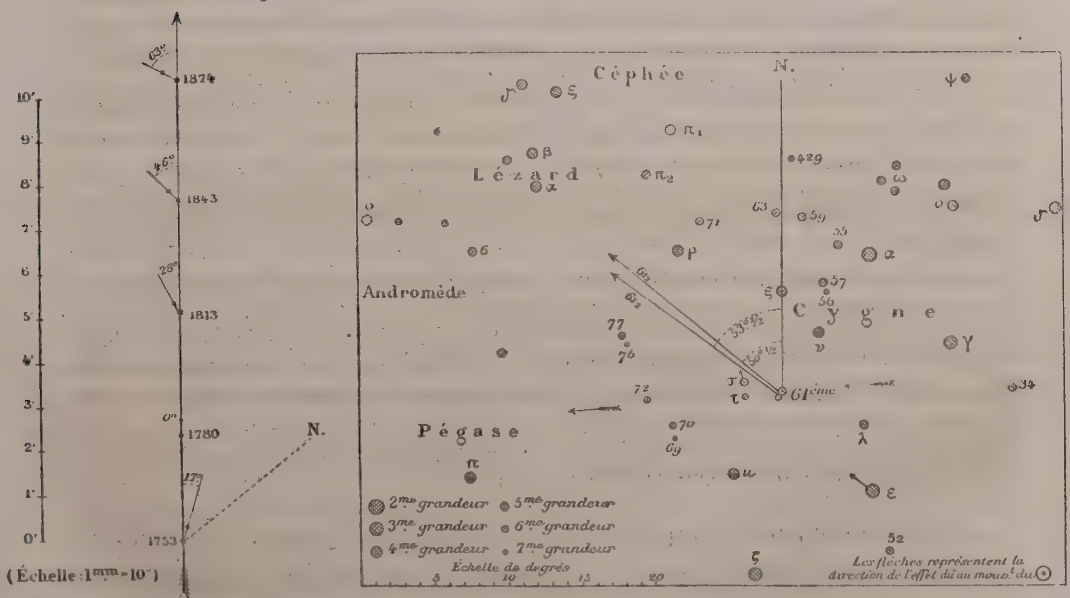


Fig. 2. — Marche de la 61e du Cygne et de son compagnon, de 1753 à 1874.

Fig. 3. — Mouvement propre de la 61e du Cygne pendant dix mille ans.

d'un commun accord dans l'espace, sont, quoique d'un ordre différent de celui auquel appartient la 61e du Cygne, un véritable argument en faveur de notre conclusion que des étoiles peuvent être associées ensemble physiquement sans tourner l'une autour de l'autre.

» Depuis cent vingt ans le mouvement relatif a été de 80 degrés et de 25 secondes, avec une vitesse sensiblement uniforme de 0″, 208 par an. Pour admettre une orbite, il faudrait supposer que son plan passe presque par le rayon visuel et que le grand axe apparent, quatre fois au moins plus grand que la tangente mesurée depuis 1753, dépasse $1\frac{1}{2}$ minute, étendue dont aucun système d'étoile double n'offre d'exemple.

» Pour me rendre compte des mouvements absolus et relatifs dont ces deux soleils lointains sont animés, j'ai construit les trois figures ci-dessus, sur lesquelles on peut facilement analyser ces mouvements divers : dans la première, les principales mesures micrométriques de la 61e du Cygne, considérée comme étoile double, sont pointées avec leurs dates, depuis 1753 jusqu'à notre époque; en rapportant les positions de la seconde étoile à la première supposée fixe, on voit qu'une ligne droite passant par l'ensemble de ces positions en rend parfaitement compte. J'ai tracé sur cette même figure la direction du mouvement. Tandis que la petite étoile se déplace relativement à la grande dans le sens de la ligne droite (no 1) dont nous venons de parler, il faut considérer que les deux marchent ensemble dans la direction de la ligne no 2. Le premier mouvement, le relatif, n'est que de 20″,8 par siècle; le second, l'absolu, est 24 fois plus rapide, et de 515 secondes par siècle. J'ai également tracé sur cette figure la direction opposée au mouvement du Soleil dans l'espace, afin de savoir quelle part on peut attribuer à la perspective dans le déplacement séculaire de ces étoiles. On voit que notre propre déplacement ne pourrait l'expliquer, et que le changement de perspective dû à notre propre translation fait un angle de 34 degrés avec lui.

» Pour saisir dans leur ensemble le mouvement absolu et le mouvement relatif des deux composantes, chacun proportionné à sa valeur respective, j'ai construit la *fig.* 2, qui montre la marche de l'étoile A depuis 1753, avec la position de B aux différentes époques. On voit que A marche un peu plus vite, et que B, qui était en 1753 à 17 degrés vers le nord, s'est trouvée sur le chemin, en 1780, et s'est écartée depuis jusqu'à 63 degrés au sud, décrivant ainsi un arc de 80 degrés sur lequel il semblerait au premier abord, en effet, que l'on puisse conclure au mouvement orbital, si l'on ne pénétrait pas jusqu'au fond de la question.

» Si le mouvement que nous venons de reconnaître à chacune des deux composantes de ce couple se continue, les deux étoiles vont bientôt se séparer tout à fait et suivre dans la constellation du Cygne le chemin tracé sur notre *fig.* 3, qui représente la route de chaque étoile d'ici à dix mille ans. Dans dix-huit siècles, elles formeront une étoile triple avec σ du Cygne, puis éclipseront diverses étoiles télescopiques qui se trouvent sur leur chemin. L'étoile ε possède un mouvement propre, dirigé dans le même sens, mais beaucoup moins rapide. Sur cette petite carte, les flèches isolées indiquent le déplacement en perspective dû à la translation de notre système solaire dans l'espace.

» En résumé, on voit que la 61e du Cygne n'est pas une étoile double en mouvement orbital, mais forme néanmoins un système de deux étoiles physiquement associées, et emportées par un même mouvement propre sous l'influence prépondérante d'un foyer d'attraction inconnu. »

ASTRONOMIE. — *Découverte de la planète* (141) *faite à l'Observatoire de Paris par M.* **Paul Henry**. Présentée par M. Le Verrier.

	Temps moy. de Paris.	Æ	Log. fact. parallaxe.	℘	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
13 janvier 1875...	13.31.18	10.34.33,75	—($\bar{1}$,185)	82.30.33,2	—(0,773)
14 janvier 1875...	12.32.35	10.34. 5,64	—($\bar{1}$,369)	82.31.15,8	—(0,779)

Étoile de comparaison.

606 Weisse H.10,9ᵉ posit. moy. 1875,0 Æ = $10^h 35^m 6^s,69$, ℘ = 82° 18′ 32″,4.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'ammoniaque de l'atmosphère*. Note de M. **A. Schlœsing**, présentée par M. Boussingault.

« Après la leçon mémorable de M. Dumas, concertée avec M. Boussingault, sur la statique chimique des êtres organisés, après les écrits classiques de Liebig, l'ammoniaque diffusée à la surface du globe prit une place importante dans les travaux de Chimie agricole. Elle fut mesurée dans l'air, dans les sols, dans les eaux; cependant, malgré de nombreuses recherches, nous sommes encore dans l'incertitude sur son origine, sa circulation, ses variations dans l'atmosphère, sa distribution entre les mers, les continents et l'air, son apport comme aliment aux diverses cultures, et notre ignorance sur ces questions nous empêche d'en résoudre d'autres auxquelles elles sont mêlées. Me proposant de les étudier, j'ai voulu d'abord posséder l'instrument nécessaire des recherches fructueuses, c'est-à-dire un procédé rapide pour déterminer l'ammoniaque répandue dans un très-grand volume d'air. Ce problème résolu, un autre se présentait aussitôt : entre l'atmosphère d'une part, et la mer et les continents de l'autre, se font des échanges continuels d'ammoniaque dont dépendent évidemment les apports de l'air aux terres et aux cultures : il importait donc d'étudier les lois de ces échanges. J'aurai l'honneur, très-prochainement, de soumettre à l'Académie les résultats acquis dans cette première partie de mes recherches. Aujourd'hui, je voudrais résumer les idées générales qui m'ont encouragé à entreprendre un travail aussi considérable.

» On sait que les êtres organisés n'assimilent pas l'azote gazeux; leurs principes azotés sont des produits de transformation procédant de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, et reproduisant ces corps pendant leur décomposition. Dans le cours des transformations, une certaine quantité d'azote sort de l'état de combinaison et devient libre, en sorte que la

somme des composés azotés existant dans le monde éprouverait une diminution continue aboutissant à l'anéantissement, s'il n'y avait pas une ou plusieurs causes naturelles, réparatrices, faisant entrer l'azote gazeux en combinaison. Ces causes ont été placées tour à tour dans l'atmosphère, dans les végétaux, dans les sols.

» *Dans l'atmosphère* : Depuis longtemps, M. Boussingault a insisté sur l'importance de la production d'acide nitrique par l'électricité. Les belles recherches de M. Houzeau et de MM. Thenard sur l'ozone et l'effluve électrique ont grandi le rôle de l'électricité agissant autrement que par décharges brusques dans les phénomènes naturels.

Dans les plantes : L'assimilation directe de l'azote gazeux n'est plus admise.

» *Dans les sols* : Plusieurs modes de réparation ont été proposés. Lavoisier, de Saussure, et d'autres savants après eux, ont montré que la combustion vive des matières carbonées ou hydrogénées provoque l'union d'une petite quantité d'azote atmosphérique avec l'oxygène ou l'hydrogène. Si la combustion lente de la matière organisée avait un effet semblable, la réparation se ferait, dans une certaine mesure, en même temps que le déficit; mais ce résultat n'est nullement démontré. Un autre mode de réparation est proposé par M. Dehérain : l'azote gazeux entrerait en combinaison avec les matières carbonées du sol. Je ne puis plus admettre cette assertion, depuis qu'il m'a été impossible de constater la moindre absorption d'azote, dans des expériences très-soignées sur du terreau et de la terre végétale laissés longtemps au contact de ce gaz, avec ou sans alcalis. Enfin il n'est pas démontré que la nitrification par les corps poreux, en l'absence des composés azotés, ne se produise en aucun cas. Mais, quoi qu'il en soit, il paraît bien que la résultante des actions qui créent ou détruisent des composés azotés dans le sol est une perte réelle; en effet, dans ses expériences sur la terre végétale, en présence d'un excès d'air, M. Boussingault a constaté une perte d'azote combiné, et mes propres expériences, faites en l'absence d'oxygène, ont présenté un semblable résultat.

» L'électricité atmosphérique semble donc être, jusqu'à présent, la seule cause réparatrice dont les effets soient bien réellement constatés.

» Cependant, quand on calcule la quantité d'azote combiné apporté au sol par les météores aqueux, on trouve que cette quantité est inférieure à celle qui est exportée par les récoltes et les eaux souterraines, et l'on est tenté de nier que l'électricité atmosphérique soit une cause suffisante de réparation.

» Avant d'admettre cette conclusion, en apparence fondée, il faut rechercher si l'apport par les météores aqueux représente bien tout ce que la production nitreuse dans l'atmosphère peut nous donner : c'est ce que je vais faire.

» J'observe d'abord que la surface des continents est un milieu essentiellement oxydant. La nitrification s'y développe abondamment, comme le témoignent les eaux de drainage, de sources, de rivières, relativement riches en nitrates et pauvres en ammoniaque. Une partie des nitrates formés rentre dans le cycle de la vie ; l'autre est emportée à la mer.

» Les nitrates ainsi charriés ne s'accumulent pas dans la mer ; ils y servent sans doute à la végétation, car l'analyse n'en retrouve que des traces. Au mois de septembre dernier, j'ai déterminé plusieurs fois l'acide nitrique et l'ammoniaque dans l'eau de mer puisée à marée haute près de Saint-Valery-en-Caux. J'ai trouvé de $0^{mg},2$ à $0^{mg},3$ d'acide nitrique par litre, et de $0^{mg},4$ à $0^{mg},5$ d'ammoniaque. M. Marchand et M. Boussingault avaient dosé antérieurement $0^{mg},57$ et $0^{mg},2$ de cet alcali. Ainsi l'azote des nitrates, qui l'emporte sur celui de l'ammoniaque dans les eaux terrestres, lui est, au contraire, bien inférieur dans les eaux marines. Ces résultats conduisent à penser que la décomposition des êtres organisés, source active de nitre sur les continents, devient une source d'ammoniaque dans un milieu aussi peu oxygéné que la mer.

» On doit donc se représenter toute une circulation d'acide nitrique et d'ammoniaque à la surface du globe. L'acide nitrique produit dans l'atmosphère arrive tôt ou tard à la mer : là, après avoir passé dans les êtres organisés, il est converti en ammoniaque; dès lors, le composé azoté a pris l'état le plus propre à sa diffusion ; il passe dans l'atmosphère, et, voyageant avec elle, va, comme l'acide carbonique, à la rencontre des êtres privés de locomotion, à la nutrition desquels il doit contribuer. Dans sa route, il est fixé là où il trouve les feuillages des végétaux, ou bien des terres arables préparées à l'absorption par les labours et par la présence du terreau. Ainsi, production nitreuse dans l'air, apports nitreux de l'air aux continents et à la mer, retour des nitrates des continents dans la mer, transformation de ces sels en ammoniaque dans le milieu marin, passage de l'alcali dans l'atmosphère et transport aux continents, telle doit être la circulation des composés minéraux de l'azote.

» La production nitreuse dans l'atmosphère peut donc faire défaut dans certaines contrées et se localiser dans d'autres, comme dans la zone équatoriale ; l'ammoniaque qui en provient n'en est pas moins distribuée par-

tout. Par conséquent, lorsqu'on discute sur les apports de l'atmosphère aux cultures, il ne faut pas compter seulement l'acide nitrique et l'ammoniaque des eaux pluviales, comme on l'a fait : il faut mesurer encore les apports par absorption directe de l'ammoniaque aérienne, au contact des plantes et des sols. Jusqu'à ce que ces apports soient déterminés, on ne pourra ni affirmer ni refuser de croire que la production nitreuse dans l'air soit suffisante pour réparer les déficits de combinaisons azotées.

» En admettant que le volume de la mer soit égal à une couche de 1000 mètres d'épaisseur, étendue sur le globe entier, et en lui supposant un titre uniforme de $0^{mg},4$ d'ammoniaque, on trouve qu'à chaque hectare de la surface correspondrait une provision de 4000 kilogrammes d'ammoniaque. La mer est donc, selon l'observation de M. Boussingault, un immense réservoir d'azote combiné ; j'ajoute qu'elle est aussi le régulateur de sa distribution annuelle sur les continents par les courants aériens. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les fonctions des champignons.* Note de M. **Müntz**, présentée par M. Boussingault.

« Les auteurs qui ont étudié la respiration des champignons ne sont pas d'accord sur la nature des gaz qui se produisent pendant ce phénomène.

» S'il est admis par tous que les champignons, placés dans une atmosphère contenant de l'oxygène, absorbent ce gaz en exhalant un pareil volume d'acide carbonique, et s'il est même démontré par les expériences de Marcet que, l'oxygène étant consommé, les champignons dégagent de l'acide carbonique aux dépens de leur propre substance, il n'en est pas de même de la production d'hydrogène, signalée par Humboldt, Grischow, Marcet, et qui n'est pas unanimement acceptée par les physiologistes.

» Pour résoudre cette question, on a fait passer un courant continu d'air sur des champignons [*Agaric. camp.*, champignon ne contenant pas d'autre matière sucrée que la mannite (1)]. Les gaz, après avoir traversé une série de tubes destinés à retenir l'eau et l'acide carbonique, passaient sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge et se lavaient ensuite dans des appareils à absorption. Une série d'essais a montré que, dans ce cas, c'est-à-dire en présence de l'air atmosphérique constamment renouvelé, il ne se

(1) Dans deux précédentes Notes (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 649, et t. LXXIX, p. 1182) j'ai fait voir que les champignons supérieurs, ainsi que ceux qui fonctionnent comme moisissures, contiennent tantôt de la mannite, tantôt du tréhalose, tantôt ces deux sucres réunis, et quelquefois aussi un sucre du genre glucose.

produisait aucun gaz combustible, tel qu'hydrogène, oxyde de carbone ou hydrogène carboné. En effet, les absorbants placés à la suite du tube à oxyde de cuivre n'ont retenu ni eau ni acide carbonique.

» Une seconde série d'essais a été faite par le même procédé en supprimant l'oxygène. De l'azote pur remplaçait l'air atmosphérique. Dans toutes les expériences on a obtenu de l'eau provenant évidemment d'une petite quantité d'hydrogène dégagé par les champignons. Aucun gaz combustible contenant du carbone ne s'était produit. Dans cette seconde série d'essais, faite à l'abri de l'oxygène, les gaz ayant séjourné sur les champignons contenaient, comme dans les expériences faites avec l'air sans cesse renouvelé, des quantités considérables d'acide carbonique.

» Les quantités d'eau recueillie étaient cependant très-faibles et, pour se prononcer avec certitude en faveur de la production d'hydrogène, on a cru devoir employer les procédés volumétriques qui ne permettaient pas de laisser un doute sur la nature des gaz produits. Dans ce but, on a fait séjourner les champignons (*Agar. camp.*) dans un gaz non comburant, l'acide carbonique. L'expérience terminée, cet acide carbonique était absorbé par de la potasse, et le gaz résidu était examiné. L'analyse eudiométrique a montré que ce résidu était toujours formé par une grande quantité d'hydrogène et de l'azote. Cet azote provenait certainement des gaz contenus dans les champignons, gaz que j'ai toujours trouvés formés uniquement par de l'azote et de l'acide carbonique. Ici encore aucun gaz combustible autre que l'hydrogène ne s'était produit. Ainsi, dans une atmosphère contenant de l'oxygène, l'*Agar. camp.* n'a produit que de l'acide carbonique, tandis que dans une atmosphère non comburante il a produit de l'acide carbonique et de l'hydrogène.

» Dans le premier cas, les champignons ont donc joué leur rôle ordinaire qui consiste à brûler les matières dont ils disposent, en employant l'oxygène extérieur comme comburant. Dans le second cas, cette fonction ne pouvant plus se produire est remplacée par une combustion intérieure, accompagnée d'un dégagement d'hydrogène.

» Quelle est la source de cet hydrogène? Une décomposition des éléments de l'eau est difficile à admettre, et c'est dans l'existence de la mannite dans le champignon qu'il faut chercher l'origine de ce gaz. Si la mannite dégage de l'hydrogène, elle doit se transformer en un glucose, ou subir la fermentation alcoolique. C'est ce dernier phénomène, en effet, qui se produit: les champignons, après leur séjour dans un gaz non comburant, contenaient constamment dans leurs tissus des quantités notables d'alcool, et cela sans

qu'aucun ferment ait pu être observé. En effet, on a constaté par l'observation microscopique que la fermentation alcoolique avec dégagement d'hydrogène est déjà arrivée à son maximum d'intensité avant toute altération des champignons, et si, au bout de quelques jours, les tissus se remplissent de vibrions, le phénomène que je décris a déjà presque atteint son terme.

» Les champignons ayant vécu à l'air ne contiennent pas des quantités appréciables d'alcool. Les champignons, privés de l'action de l'oxygène, ont donc la propriété de transformer la mannite en acide carbonique, alcool et hydrogène. D'après mes observations, la levûre de bière accomplit la même transformation. Est-ce en raison de son action vitale ou simplement comme matière albuminoïde (1)? C'est une question à examiner.

» Ce qui confirme l'opinion qui attribue à la mannite la formation de l'hydrogène, c'est le fait que les champignons à tréhalose, sans mannite, placés dans une atmosphère d'acide carbonique, produisent dans leurs tissus la fermentation alcoolique sans dégagement d'hydrogène. Cette fermentation alcoolique, produite à l'intérieur des tissus et sans l'intervention d'un ferment organisé proprement dit, se rapproche de celle que MM. Lechartier et Bellamy ont signalée dans les fruits (2).

» Il n'y a rien d'étonnant, d'ailleurs, à ce que les tissus des champignons supérieurs puissent jouer un rôle semblable à celui des champignons inférieurs, et en comparant les fonctions dans les différents degrés de la classe des champignons on peut exprimer cette règle générale que *tous les champignons soustraits à l'action de l'oxygène transforment en alcool et acide carbonique les sucres mis à leur disposition.* Quand le sucre est de la mannite, il se produit en même temps un dégagement d'hydrogène. Le type de cette action est la levûre de bière, ferment proprement dit; on l'a constatée pour les moisissures (*penicillium, mucor*), et mes expériences le démontrent pour les champignons supérieurs.

» Ce phénomène n'est pas dû à une fonction normale; il constitue un état morbide produit sous l'influence de circonstances qui ne se rencontrent qu'exceptionnellement dans la nature; ce n'est pas non plus le

---

(1) M. Berthelot a constaté (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série; t. L, p. 322) que certaines matières albuminoïdes font subir à la mannite la fermentation alcoolique avec dégagement d'hydrogène par une action chimique et non physiologique, c'est-à-dire sans l'intervention d'un ferment organisé.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1203, et t. LXXIX, p. 106.

résultat d'une altération, puisque, si l'on n'a pas prolongé trop longtemps le séjour dans une atmosphère exempte d'oxygène, le champignon peut reprendre son état vital ordinaire, caractérisé par la combustion complète.

» Cette combustion complète, en présence de l'oxygène en excès, est une règle observée par la généralité des champignons. Mes essais n'ont cependant pas réussi à faire rentrer la levûre de bière dans le vaste groupe ainsi caractérisé. En effet, la levûre, ajoutée à une dissolution de glucose qui était traversée par un courant rapide d'air ou d'oxygène, n'a jamais produit plus d'acide carbonique que celui venant d'une fermentation alcoolique normale. Cette levûre, ainsi mise en contact avec beaucoup d'oxygène, offrait au bout de quelques jours les caractères de la sporulation et montrait dans l'intérieur des cellules les ascospores décrits par M. Rees (1). Cette levûre, préparée à un certain degré de pureté et exempte surtout de spores de *penicillium*, n'a jamais, quoique placée dans les conditions les plus favorables à une transformation, donné naissance à un organisme végétal différent, confirmant en cela les idées de M. Pasteur, et s'il s'est formé presque toujours dans ces expériences des quantités notables de *mycoderma vini*, j'attribue cette production à la préexistence de quelques cellules de ce végétal, que l'examen microscopique m'a toujours montré, même dans une levûre préparée avec un grand soin. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *De la décomposition de la liqueur de Fehling; dosage du glucose en présence du sucre.* Note de MM. **P. Champion** et **H. Pellet**, présentée par M. Balard.

« La liqueur de Fehling, appliquée au dosage du glucose en présence du sucre, donne lieu à de fréquentes erreurs, qui varient avec la composition de la liqueur, sa concentration et la manière dont on l'emploie.

» D'après les intéressantes recherches de M. Feltz à ce sujet (2), le sucre pur, en présence de la liqueur cupropotassique, maintenue quelque temps à l'ébullition, agit comme le glucose; mais, en outre de l'action signalée par ce chimiste, le réactif de Fehling peut se décomposer dans quelques autres cas que nous allons examiner. Nous prenons comme point de départ de nos expériences la liqueur proposée par la formule indiquée par M. Ch. Viollette et qui est généralement adoptée. Quant au dosage du cuivre, ramené à l'état de bioxyde, nous avons employé la méthode de M. Weil,

(1) *Alkoholgährungspilze.*
(2) *Comptes rendus*, 21 août 1872, 5 mai 1873.

dont la sensibilité permet d'apprécier des quantités très-faibles de métal.

» Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur cette méthode, appliquée au dosage du glucose en présence du sucre.

» La liqueur de Fehling, additionnée d'eau, se décompose à l'ébullition (1), et cette action est d'autant plus rapide que la liqueur est plus étendue. Après un certain temps de cette ébullition, la liqueur subit une modification facile à constater, quoiqu'elle ne soit pas manifestée par un dépôt cuivreux; et ce qui prouve bien que la précipitation de l'oxyde de cuivre ne peut servir à caractériser la décomposition partielle de la liqueur, c'est que, si dans les essais on ajoute de la soude, il ne se forme plus de précipité, quoiqu'il y ait encore réduction partielle. Un excès de soude en présence du sucre hâte la transformation du cuivre en protoxyde, tandis que, d'un autre côté, la soude, à un certain degré de concentration, ne transforme pas le sucre en un corps réducteur, glucose ou autre, lorsque le sucre et la soude sont seuls mis en présence.

» Les essais qui établissent ces faits ont été réalisés en prenant 10 centimètres cubes d'une solution de sucre au $\frac{1}{100}$, additionnés de 1 à 5 grammes de soude, et la recherche du glucose a été faite, soit par la liqueur de M. Possoz, où la soude est à l'état de carbonate, soit par le saccharimètre, en saturant à l'aide de l'acide acétique.

» La soude concentrée modifie le sucre, mais sans formation de glucose. 10 grammes de sucre ont été dissous dans 50 centimètres cubes d'eau, auxquels on a ajouté 50 centimètres cubes d'une lessive de soude à 36 degrés B. Le liquide, maintenu à l'ébullition pendant quinze minutes, avait acquis une coloration brune; saturé par l'acide acétique, il ne renfermait que $8^{gr},7$ de sucre.

» La même liqueur, additionnée d'un excès de bicarbonate de soude (pour carbonater la soude) et chauffée au bain-marie avec la liqueur de M. Possoz, n'a pas donné de réduction indiquant la présence du glucose; ce qu'on pouvait prévoir, attendu que la soude concentrée décompose ce corps après un certain temps d'ébullition.

» En résumé, la liqueur de Fehling étendue se décompose : 1° graduellement avec le temps d'ébullition; 2° suivant la quantité d'eau ajoutée et les proportions de sucre et de potasse; 3° la soude en solution, chauffée en

---

(1) MM. Boivin et Loiseau, dans une récente Communication (30 novembre 1874), ont constaté que la liqueur de Fehling très-étendue d'eau distillée fournit à l'ébullition un dépôt d'oxyde de cuivre en même temps que la couleur bleue du liquide disparaît plus ou moins complétement.

présence du sucre, modifie ce dernier, mais sans formation de glucose; 4° le sucre pur, ajouté à la liqueur de Fehling, portée à l'ébullition, donne naissance à un corps réducteur (glucose ou autre).

» Les diverses formules de la liqueur de Fehling, qui renferment de la soude ou de la potasse libre, donnent toutes des résultats analogues à ceux que nous venons d'indiquer.

» D'après MM. Boivin et Loiseau, « une eau distillée pure, à laquelle on » ajoute 20 centimètres cubes de liqueur de Fehling par litre, occasionne la » décoloration de cette liqueur après quelques minutes d'ébullition; mais, » dans les mêmes circonstances, l'eau pure ne produit aucune décolora- » tion si on lui ajoute préalablement certains corps solubles. »... « La cause » qui produit la décoloration de la liqueur de Fehling peut donc être para- » lysée par une quantité très-faible de sel calcaire. » Et plus loin : « De ce » qui précède il résulte, en outre, un moyen expéditif de voir si une eau » distillée est pure, puisque 30 centimètres cubes d'une eau pure rendent » instable à l'ébullition 1 centimètre cube de la liqueur de Fehling. »

» Nous allons analyser les diverses conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs de cette Note, en y ajoutant nos recherches personnelles. Ainsi que l'ont reconnu MM. Boivin et Loiseau, la liqueur de Fehling, dans les conditions où ils se placent, est décomposée par l'ébullition avec l'eau distillée, et nous avons constaté que le cuivre précipité est à l'état de bioxyde. Si, comme ils l'indiquent, on substitue à l'eau distillée une eau chargée de sels calcaires, la liqueur reste bleue; mais elle doit en partie sa couleur à la présence d'un précipité en suspension, et le rapport entre la quantité de cuivre précipité et de sucre ne change pas. Si l'on augmente la proportion de sel calcaire et qu'après ébullition on filtre la solution, cette dernière passe incolore et ne renferme plus de cuivre. On peut supposer que cette action est due à la formation d'un tartrate double de chaux et de cuivre, ou que ce métal est précipité par la soude, en conservant sa couleur bleue en présence du tartrate de chaux. Enfin, lorsqu'on emploie le chlorure de sodium ou de potassium en proportion convenable, la liqueur de Fehling prend une teinte verte, qui résulte de la formation de chlorure de cuivre, fait que l'on constate d'ailleurs en portant à l'ébullition une solution de sulfate de cuivre additionnée des mêmes chlorures (1). La formation de chlorure de cuivre est aussi manifeste si l'on emploie le chlorhydrate d'ammoniaque avec la liqueur de Fehling; par une ébullition suf-

(1) Dans ces essais, il est nécessaire d'employer une certaine quantité de chlorure. En effet, si l'on prépare directement une liqueur de Fehling en remplaçant le sulfate par le

fisante, l'ammoniaque est chassée, le liquide devient vert et est sans action sur le glucose.

» L'addition de la soude augmente la stabilité du tartrate et s'oppose à la décoloration de la liqueur. Si réciproquement on sature en partie par les acides (sulfurique, azotique, etc.) la soude contenue dans la liqueur de Fehling étendue, elle ne se décompose plus à l'ébullition et acquiert une couleur jaune verdâtre.

» Si l'on substitue aux chlorures des sels tels que le chlorate et l'azotate de potasse, le sulfate, le phosphate, l'acétate et le sulfovinate de soude, etc., employés à la dose de 1 gramme, qui, dans ces conditions, n'agissent pas sur le sulfate de cuivre, la décomposition de la liqueur a lieu comme avec l'eau distillée pure.

» Quant à la remarque faite par MM. Boivin et Loiseau, que si l'on concentre convenablement la liqueur décomposée par l'eau distillée, la coloration reparaît, ce fait provient de la redissolution du bioxyde de cuivre dans le tartrate de potasse avec excès de soude, ainsi que cela a lieu dans la préparation de la liqueur de M. Lagrange.

» *Dosage du glucose en présence du sucre.* — La liqueur de Fehling a été heureusement modifiée par M. Possoz, et préparée suivant ses indications; elle est exempte des inconvénients signalés ci-dessus.

» Néanmoins elle ne permettait pas de doser le glucose en présence d'une grande quantité de sucre, attendu que ce dernier se colore sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré et de la chaleur, et s'oppose au dosage du cuivre par le procédé de M. Weil, qui consiste, comme on sait, à décolorer le bichlorure de cuivre par une solution titrée de protochlorure d'étain. Nous employons la méthode suivante, qui est due à l'un de nous.

» Soit une liqueur contenant du sucre et une proportion quelconque de glucose. On l'additionne d'un excès de liqueur de M. Possoz et on la maintient à la température de 75 degrés au bain-marie, environ pendant trois quarts d'heure. On recueille sur un filtre l'oxydule formé et on lave; puis on introduit le filtre encore humide dans une capsule et l'on ajoute de l'acide chlorhydrique étendu qui transforme le cuivre en sous-chlorure de cuivre. On recueille la liqueur qu'on porte à l'ébullition en ajoutant peu à peu quelques cristaux de chlorate de potasse; la liqueur se colore et le cuivre

---

chlorure de cuivre, dans les conditions où se sont placés MM. Boivin et Loiseau, la liqueur se décompose encore à l'ébullition; mais, en ajoutant $0^{gr},1$ de NaCl, il n'en est plus de même; à la liqueur de Violette (1 centimètre cube pour 50 centimètres cubes d'eau), on ajoute $0^{gr},1$ de NaCl, au lieu de $0^{gr},25$: elle se décompose également.

passe à l'état de bichlorure de cuivre, vert jaunâtre, qu'on titre par le chlorure d'étain (1).

» Ce procédé permet de doser exactement quelques milligrammes de glucose renfermés dans 100 grammes de sucre. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur la pulsation du cœur;* par M. **Marey.**

« A l'époque où les physiologistes étaient réduits à l'observation directe des phénomènes de la vie, la nature et la succession des mouvements du cœur étaient fort difficiles à déterminer. En effet, les actes multiples qui se passent à chaque révolution du cœur occupent à peine la durée d'une seconde; c'est dire que nos sens ne peuvent en donner qu'une idée fort confuse. Mais aujourd'hui qu'on mesure avec une précision merveilleuse les actes les plus courts, il n'y a pas de difficulté réelle à déterminer la succession, la force et la durée des différents mouvements du cœur.

» Les appareils inscripteurs se prêtent très-bien à ce genre d'études. Lorsqu'on inscrit les mouvements du cœur avec l'intention d'en déterminer le type normal, on s'aperçoit que, même dans les conditions de parfaite santé, la fonction de cet organe présente des variations nombreuses; que le cœur s'emplit ou se vide plus ou moins complétement et plus ou moins vite; enfin que le tracé de ses mouvements traduit ces variétés de la fonction par des différences dans la forme des courbes enregistrées. Un champ plus large s'ouvre donc à la Physiologie; mais pour saisir, d'après la forme d'un tracé, les conditions mécaniques de la fonction du cœur, il faut connaître parfaitement la valeur de chaque élément de la courbe. J'ai entrepris, pour arriver à cette connaissance parfaite, des recherches nombreuses dont je vais exposer sommairement les résultats.

» Dans le Mémoire présenté à l'Académie en 1862, avec la collaboration du professeur Chauveau, sur la détermination graphique des mouvements du cœur, nous signalions déjà des particularités nouvelles sur la nature de l'acte qu'on appelle en général le *choc* du cœur. Les tracés nous avaient montré que ce phénomène est toute autre chose qu'un choc instantané, qu'il consiste en une *pression* des ventricules contre les parois de la poitrine, pression dont le début très-brusque coïncide avec celui de la systole des ventricules, mais dont la durée se prolonge jusqu'à leur relâ-

(1) On maintient l'ébullition jusqu'à ce que tous les produits chlorés aient été éliminés, ce dont on s'assure en disposant à la partie supérieure de la fiole dans laquelle on a placé la solution un tube deux fois recourbé qu'on fait plonger dans de l'eau distillée colorée en bleu par une goutte de sulfate d'indigo.

chement. Les expériences, répétées devant la Commission, lui ont semblé entièrement démonstratives pour tout ce qui est relatif à la succession des mouvements du cœur. Dans son Rapport, M. Milne Edwards a formulé l'appréciation suivante : Les auteurs du Mémoire « ont rendu visibles et faciles » à constater des phénomènes dont l'observation était très-difficile, et » leurs expériences nous semblent devoir faire cesser toute discussion sur » ce point de l'histoire de la circulation du sang chez l'homme et les animaux qui se rapprochent le plus de lui par leur organisation. Il peut » rester encore diverses questions à résoudre relativement à la manière dont » la systole ventriculaire détermine la pulsation cardiaque; mais, dans notre » opinion, il est aujourd'hui bien démontré qu'elle est la cause de ce phénomène. »

» Ces réserves posées par l'éminent rapporteur de la Commission témoignent de l'obscurité qui a toujours enveloppé le mécanisme de la pulsation du cœur, considérée comme effet de la systole ventriculaire. On comprend difficilement, au premier abord, qu'une poche contractile qui se resserre sur son contenu liquide et qui l'expulse puisse, au moment même où elle diminue de volume, repousser les organes environnants.

Pour expliquer la production de cette pulsation, j'entrai bientôt dans plus de détails (1), en montrant que l'impulsion du cœur contre la poitrine tient au durcissement soudain des ventricules. Ceux-ci, moins dépressibles, déformables pendant qu'ils sont relâchés, deviennent durs au moment où ils se resserrent, refoulant avec énergie tout ce qui les empêche de prendre la forme sphéroïdale. En 1865, je réussis à inscrire, au moyen d'appareils assez simples, les pulsations du cœur de l'homme.

Un premier fait ressort de l'inspection de ces courbes : c'est que là où le praticien le plus exercé ne perçoit à la main qu'un choc, l'appareil révèle un mouvement fort complexe. Le retour régulier de cette forme ne permet pas de douter qu'elle ne réponde à des mouvements parfaitement coordonnés. Rien n'est fortuit dans les inflexions de cette courbe, et, si on les voit se modifier sous certaines influences, on doit conclure à des changements survenus dans l'acte qu'elles traduisent. L'interprétation de cette courbe était singulièrement facilitée par les expériences de cardiographie instituées sur les grands animaux; aussi ai-je pu donner la signification de chacun des éléments de la courbe recueillie sur l'homme, attribuant telle ondulation à la systole de l'oreillette, telle autre à celle du ventricule, etc. (2).

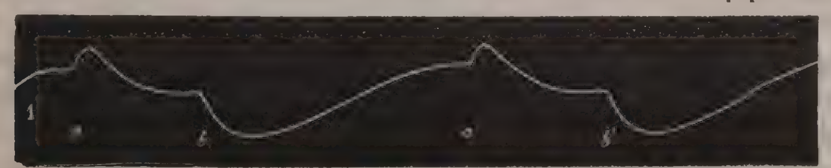
---

(1) *Physiologie médicale de la circulation du sang*, 1863, p. 62.

(2) Voir pour les détails de cette analyse, *Comptes rendus*, 1865, t. LXI, p. 778.

» Cette interprétation, je le répète, se dégage naturellement des expériences faites sur les grands mammifères, mais elle exige, pour être bien comprise, certaines notions techniques. Or mon but ne sera atteint que si la démonstration est assez simple pour s'adresser à tout le monde. Qu'il me soit permis d'exprimer toute ma pensée. Si j'ai recours à l'emploi de la méthode graphique, c'est que j'ai considéré les sens comme absolument insuffisants pour apprécier exactement la nature des mouvements du cœur; cette conviction m'autorise à récuser tous les arguments qu'on pourrait m'opposer d'après les renseignements que donne la vue ou le toucher dans l'étude de la pulsation cardiaque.

» Avant d'aborder les formes complexes des mouvements du cœur chez les mammifères, je choisirai, pour simplifier ces études, les mouvements plus lents et moins compliqués, que l'on rencontre chez les animaux inférieurs. La tortue terrestre se prête très-bien aux expériences. Le cœur de cet animal, détaché du corps, continue longtemps à battre, surtout si l'on adapte à ses veines et à ses artères des tubes à travers lesquels se fait une circulation incessante de sang défibriné. J'ai présenté à l'Académie, en vue d'expériences d'un autre ordre, un cœur de tortue ainsi préparé (1). Sur ce cœur, dont les battements ont une régularité parfaite, si l'on applique le doigt, on sent une pulsation qui rappelle exactement celle que la main éprouve en palpant le cœur d'un homme. Avec l'appareil explorateur de la pulsation, on obtient la courbe n° 1. Cette courbe est beaucoup plus simple



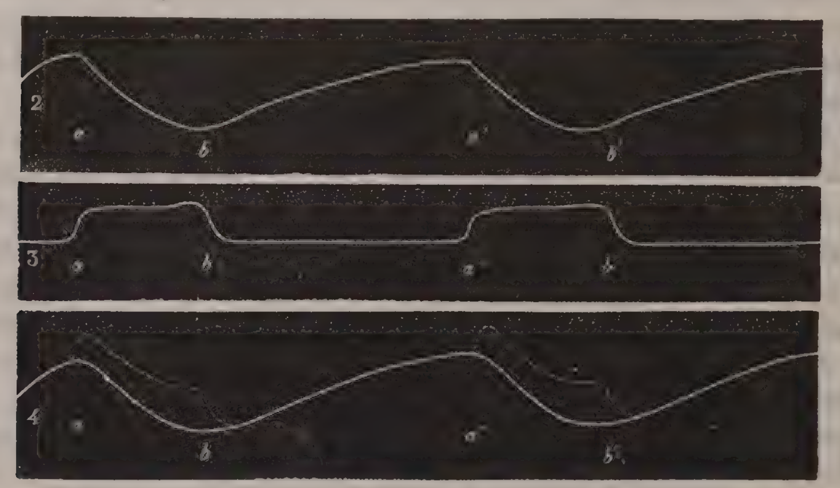
que celle que donne le cœur d'un mammifère; elle est en effet dégagée des influences respiratoires et de ces vibrations que la clôture des valvules et le mouvement du sang produisent quand il se fait avec une certaine brusquerie.

» Dans la courbe n° 1, pour savoir à quoi correspondent les différentes inflexions de la courbe, il faut déterminer à quel moment le ventricule se vide, à quel moment il se remplit. Or, c'est de a en b que se fait la systole ou resserrement de cet organe, c'est de b en a' qu'ont lieu son relâchement et sa réplétion. Ce qu'il y a de paradoxal dans l'expression graphique de ces phénomènes tient à ce que deux influences se combinent pour produire le tracé. L'une de ces influences est le *changement de volume* du

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 336.

cœur, l'autre est son *changement de consistance;* toutes deux, avec des forces inégales, élèvent et abaissent la courbe tracée. Pour faire la part de chacune, il faut les isoler et les étudier séparément.

» A. *Des changements de volume du cœur.* — Pour apprécier les changements que le cœur éprouve dans son volume, je l'enferme dans un flacon à trois tubulures, dont l'une lui apporte le sang veineux, l'autre laisse échapper le sang artériel; la troisième tubulure met l'air du flacon en



communication avec l'appareil enregistreur. De cette façon la courbe tracée s'abaisse quand le cœur diminue de volume et raréfie l'air du flacon; elle s'élève quand le cœur se remplit et comprime l'air dans la cavité qu'il occupe. La courbe obtenue est reproduite par le n° 2 : *ab* (période de systole du ventricule) accuse une diminution de volume du cœur dont le sang est expulsé dans les artères; *ba'* (diastole ou relâchement) montre que le cœur se remplit; *a'b'* nouvelle systole, et nouvelle diminution de volume du cœur, etc.

» B. *Changements et consistance du cœur.* — Pour inscrire les changements de dureté du cœur, on s'adresse à la pression du sang dans le ventricule, ce qui donne la courbe n° 3. Le durcissement du cœur se traduit par un soulèvement de la courbe : il occupe toute la phase systolique. Le ramollissement du cœur correspond à la partie où la courbe est le plus abaissée : c'est la période de diastole.

» En comparant les *fig.* 2 et 3, on voit que les deux actes qu'elles expriment varient inversement l'un par rapport à l'autre; que si le cœur diminue de volume pendant sa systole *ab* et tend à fuir devant l'explorateur qui la comprime, il durcit d'autre part, et tend à repousser la pression qui agit contre lui. Pendant son relâchement *ba'*, le cœur ramolli

se laisse déprimer ; mais, d'autre part, il se remplit, et sous cette influence repousse peu à peu l'appareil explorateur. Puisque ces deux influences se combinent pour produire le tracé de la pulsation, ajoutons l'une à l'autre les deux courbes qu'elles fournissent, et nous obtiendrons la courbe n° 4 dont l'identité avec le tracé de la pulsation est complète. Cette courbe présente de grandes ressemblances avec celle que trace la pulsation du cœur de l'homme ; cependant, comme certains détails viennent compliquer la forme du tracé que l'on obtient sur l'homme, il est nécessaire de montrer la signification de chacun de ces détails. Ce sera l'objet d'une Note prochaine. »

MÉCANIQUE. — *Études sur l'entraînement de l'air par un jet d'air ou de vapeur;* par M. F. de Romilly.

« Les expériences dont j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résumé, sont relatives à l'étude des phénomènes de l'entraînement de l'air par un jet d'air ou de vapeur. Ce jet partant d'un *ajutage lanceur* entraîne avec lui une certaine quantité d'air ambiant ; il peut être reçu dans des *ajutages recepteurs*. Il est aisé de voir que les résultats généraux qui peuvent être fournis par des ajutages de formes variées rentrent tous, quant au sens des phénomènes, dans ceux que donnent les quatre types suivants :

» 1° *Coniques à petite section tournée vers le lanceur ;* 2° *coniques à grande section tournée vers le lanceur ;* 3° *cylindriques ;* 4° *percés en mince paroi.*

» Les expériences ont été faites ainsi : le lanceur est en communication avec une chaudière à vapeur servant de réservoir d'air comprimé. Le jet est reçu par les récepteurs désignés plus haut, formant tour à tour l'entrée d'un gazomètre bien équilibré. L'air, passant librement, soulève et emplit la cloche en un temps observé au compteur à secondes. On mesure ainsi la quantité entraînée et la vitesse à l'orifice, et, par suite, la pression correspondante. Quand la cloche est chargée et immobilisée, le gazomètre forme récipient clos. Un manomètre annexé donne alors les pressions.

» On commence l'expérience par introduire et luter le lanceur dans le récepteur. On note le temps d'emplissage, puis on sépare le lanceur du récepteur, et l'on examine les effets de l'éloignement et de l'excentration à toute distance. On a ainsi tous les effets, tant en récipient clos qu'en récipient ouvert, selon que le gazomètre est chargé ou qu'il est libre.

» Voici le résultat des expériences avec les divers récepteurs.

» I. — L'ajutage qui donne le maximum d'effet est le conique de 5 *à 7 degrés* (petite section regardant le lanceur). Le lanceur doit être placé à l'extérieur et éloigné d'une distance qui croît en raison de la section du récepteur, et très-peu avec la pression au lanceur (*fig.* 1).

» Dans ce cas, la quantité d'air reçue (q) est dans la proportion des diamètres du récepteur et du lanceur $q = \frac{D}{d}$: D diamètre du récepteur, d diamètre du lanceur. La vitesse est en raison inverse $V = \frac{d}{D}$. Il faut supposer à l'orifice du lanceur toute la vitesse de la détente.

» Il en résulte donc la conservation intégrale de la quantité de mouvement. Cet effet est e même, quelle que soit la grandeur du récepteur, *pourvu que l'on se serve du présent ajutage dans les conditions de maximum indiquées.* Voici quelques expériences :

Lanceur à mince paroi (diam. = 0,001, réduit à 0,0008 par contraction de la veine; pression 1 atmosphère),

Avec récepteur, diamètre...........	lanc^{r} luté	0,004	0,008	0,016	0,032
Remplit le gazomètre de 48 litres en...	173″	34″	17″	8″,5	4″,2
Quantité par seconde..............	0^{lit},282	1^{lit},41	2^{lit},82	5^{lit},64	11^{lit},
Vitesse..........................	564^{m}	112^{m},09	56^{m},40	28^{m},20	14^{m},25
Quantité de mouvement............	159	158	159	159	162

» La pression sur l'orifice de ce récepteur est en raison inverse de sa section $P = \frac{K}{D^2}$. La constante K varie selon que l'ajutage récepteur forme l'entrée d'un récipient clos ou d'un récipient laissant échapper l'air librement. Dans le premier cas, la pression est donnée par un manomètre; dans le second cas, la pression est calculée d'après la vitesse au passage.

» D'après les expériences faites avec une atmosphère au lanceur, la première pression est à la seconde comme 1,4 est à 1. *Exemple :* lanceur = 0^{m},0008; récepteur = 0^{m},008. L'expérience donne, d'après la vitesse : en récipient ouvert, 0^{m},195, hauteur d'eau; en récipient clos, 0^{m},280.

» Il faut avoir égard à cet effet lorsque l'on place un tube manométrique dans l'intérieur d'un tuyau pour évaluer le passage d'un gaz.

» Dans le cas de l'ajutage conique décrit, le maximum à toute distance est au centre, ce qui se manifeste en excentrant le lanceur parallèlement à l'axe du cône récepteur.

Expériences avec récepteur conique de 5 à 7 degrés, petite section vers le lanceur.
(Diamètre de petite section = 0^{m},016; longueur = 0^{m},114.)

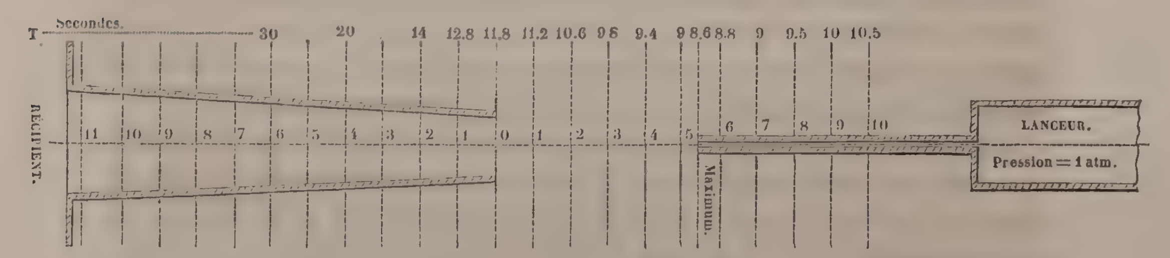


Fig. 1, demi-grandeur. — L, lanceur tube fin : long., 0^{m},092; diam., 0^{m},0015. T, temps d'emplissage. — Les chiffres placés sur l'axe indiquent des centimètres à partir du ras de l'orifice; les chiffres supérieurs indiquent le temps d'emplissage. — MAXIMUM MAXIMORUM : *récipient ouvert*, 8″,6; *récipient clos*, 0^{m},051 (*hauteur d'eau*).

» Pour les autres ajutages, il n'en est pas de même; ils n'atteignent pas le maximum de l'ajutage précité. On verra qu'en substituant l'ajutage conique de 5 à 7 degrés au cylindre habituellement employé, on réalise une augmentation de puis de 33 pour 100 d'effet utile.

» II. — **Dans le conique** ***à grande section tournée vers le lanceur, le maximum maximorum*** **est à l'intérieur du cône. Les maxima à toute autre distance sont excentrés, et leur suite forme une surface courbe de révolution située en partie dans l'intérieur, en partie à l'extérieur du cône.**

Expériences, récepteur conique de 7 degrés.

(Diam. petite section = $0^m,016$; long. = $0^m,114$.)

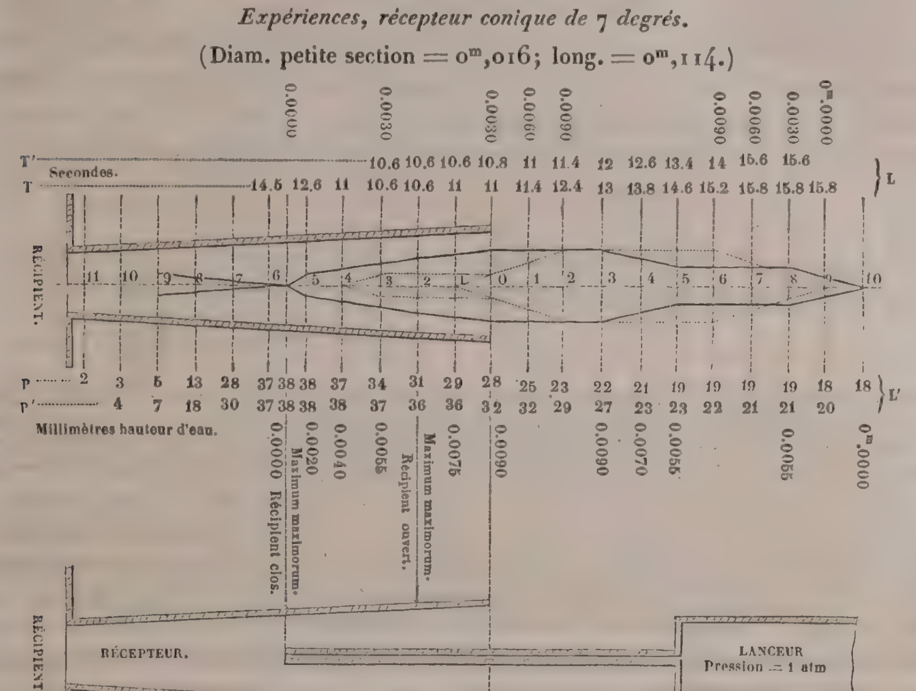


Fig. 2, demi-grandeur.— L, lanceur tube fin : long., $0^m,092$; diam., $0^m,0015$. L' lanceur tube fin : long. $0^m,17$; diam., $0^m,0015$. — ...... Courbe des maxima avec récipient ouvert (chiffres verticaux supérieurs indiquant l'excentration). — T, temps d'emplissage sur la courbe; T', temps d'emplissage sur l'axe. ——— Courbe des maxima avec le récipient clos (chiffres verticaux inférieurs indiquant l'excentration). P, pression sur l'axe; P', pression sur la courbe. — Les chiffres sur l'axe indiquent en centimètres la distance à l'orifice. Les points vérifiés de centimètre en centimètre ont été joints par des droites. Pour la courbe en récipient ouvert, entre $0^m,02$ et $0^m,03$ intérieur, le *maximum maximorum* est peu net; il paraît aussi bien au centre qu'à $0^m,003$ d'excentration.— Maximum maximorum : *récipient ouvert* = 10″,6; *récipient clos* = $0^m,038$ (*hauteur d'eau*).

» III. — Pour les *ajutages* cylindriques avec récipient ouvert, le *maximum maximorum* est sur la ligne axiale à une petite distance de l'orifice extérieur. Avec récipient clos à l'intérieur, et encore à quelque distance à l'extérieur, les maxima sont sur l'axe, puis ils forment une courbe fermée, et le *maximum maximorum* est une ligne circulaire formant la partie la plus excentrée de la courbe (*fig.* 3).

» Les trois dernières expériences donnent, avec le même lanceur, les résultats suivants :

	Emplissage.	Quantité de mouv.
Conique (petite section vers lanceur)...........	8″,6	155
» (grande section vers lanceur).....	10″,6	102
Cylindrique.................................	11″,0	103

soit 33 p. 100 d'effet en plus avec conique de 5 à 7 degrés, petite section vers le lanceur.

» Si l'on porte l'angle du cône à 15 degrés, l'emplissage se fait en 9",6, ce qui fait une perte de 20 pour 100 sur celui de 5 à 7 degrés.

Expériences, récepteur cylindrique.

(Diam. = 0^{m},016; long. = 0^{m},114.)

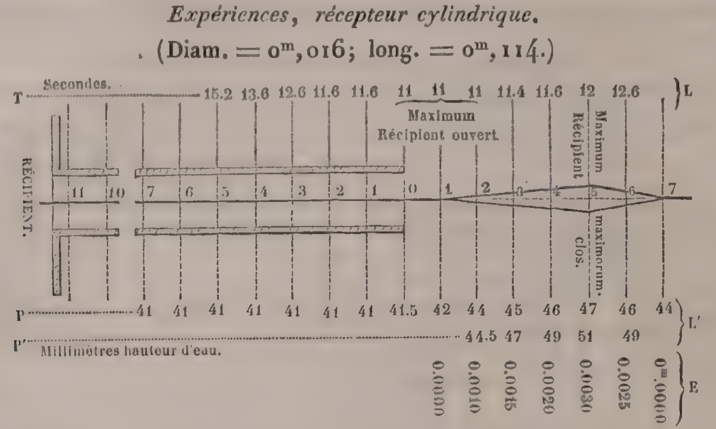


Fig. 3, demi-grandeur. — L, lanceur tube fin : long., 0^{m}, 092; diam., 0^{m},0015. — L, lanceur tube fin : long., 0^{m},17; diam., 0^{m},0015. — T, temps d'emplissage. Maxima sur l'axe. ——— Courbe des maxima avec récipient clos. — E, excentration. — P, pression sur l'axe; P', pression sur la courbe. — Les chiffres sur l'axe indiquent en centimètres la distance à l'orifice. Pression dans le lanceur, 1 atmosphère. — MAX. MAXIMORUM : *récipient ouvert* = 11"; *récipient clos* = 0^{m},051.

» IV. — Pour l'*orifice récepteur à* MINCE PAROI si l'on éloigne le lanceur du récepteur et que, de millimètre en millimètre, on examine les effets de l'excentration, on trouve d'abord des courbes singulières renfermant plusieurs maxima et minima. Le *maximum maximorum* est au centre et à une distance où se sont effacées graduellement les particularités des courbes successives. La quantité de mouvement est réduite à moins de moitié de ce qu'elle est avec le conique. C'est l'ajutage le moins favorable.

» *Observations générales.* — 1° Lorsque le récipient clos est percé, outre l'ajutage récepteur, d'un autre orifice égal et semblable, la pression est réduite à moitié. 2° A quelque endroit que se trouve l'orifice du lanceur, soit sur l'axe, soit hors de l'axe, à l'intérieur ou à l'extérieur de l'ajutage, l'effet est toujours supérieur quand la direction du jet se confond avec l'axe ou lui est parallèle; toute direction angulaire à l'axe produit une diminution d'effet très-rapide.

» Il faut tenir compte de la section contractée avec le lanceur à mince paroi, pour le rapport des vitesses ou des pressions entre le lanceur et le récepteur.

» Pour établir les faits énoncés, on a varié les formes et les grandeurs relatives du lanceur et du récepteur. Les mêmes expériences ont été faites avec la vapeur : mêmes résultats. Cependant, ayant opéré comme pour l'air avec une atmosphère de pression, les gouttelettes dues à la condensation rendaient les expériences plus difficiles et moins nettes.

» En résumé : 1° conservation intégrale de la quantité de mouvement avec récepteur

conique de 5 à 7 degrés, petite section vers le lanceur. Celui-ci, placé à une distance extérieure, qui croît en raison du diamètre du récepteur et très-peu avec la pression; 2° quantité entraînée en raison directe des diamètres du lanceur et du récepteur $\frac{D}{d}$, vitesse en raison inverse $\frac{d}{D}$; 3° les autres ajutages, inférieurs comme effet; 4° maximum au centre, à toute distance pour le conique, petite section vers le lanceur; 5° pour les autres, courbes particulières à chacun pour la suite des maxima; 6° courbes différentes pour le même ajutage si le jet est reçu en récipient clos ou en récipient ouvert; 7° lieu du *maximum maximorum* particulier à chaque courbe. »

PHYSIOLOGIE. — *Des phénomènes de localisation minérale et organique chez les animaux et de leur importance biologique.* Note de M. E. HECKEL, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans deux Notes précédentes (1), nous avons donné le résultat de quelques recherches physiologiques entreprises chez les *Mollusques* et les *Articulés*, en nous servant des faits de localisation, nous croyons donc avoir montré que ces phénomènes offrent un intérêt véritable, soit qu'on les étudie en eux-mêmes, soit qu'on exploite leurs conséquences. Depuis cette époque, des faits nouveaux sont venus confirmer d'anciennes recherches, et nous avons cru devoir les rapprocher tous dans un ensemble complet pour attirer l'attention des biologistes (2). Déjà nous avions pu, par des expériences concernant la localisation de l'arsenic dans le tissu hépatique des *Articulés*, arriver à donner une présomption de plus à la théorie du cumul physiologique des tubes de Malpighi, chez les Insectes; de nouvelles recherches entreprises simultanément dans le même sens sur des larves nues de *Lépidoptères* sont venues confirmer nos premières conclusions. Disons d'abord que des expériences très-probantes, entreprises sur les *Mollusques gastéropodes*, ont fourni à nos recherches une base sérieuse : dans aucun cas, en effet, nous n'avons vu chez les *Zonites* et les *Helix* l'arsenic se localiser dans la glande précordiale, qui est considérée par tous les auteurs comme un rein. De plus, nous avons établi dans une Communication antérieure que les Crustacés localisent l'arsenic dans leur foie (*Gecarcinus ruricola*). Ces faits étant acquis pour des organes non douteux, nous avons cherché à connaître, pour arriver à une meilleure appréciation des fonctions malpighiennes, ce que devient l'arsenic localisé quand, par une suspension

(1) *Comptes rendus*, séances des 24 août et 7 septembre 1874.

(2) Cet ensemble forme un Mémoire dans lequel nous étudions les phénomènes de localisation sous différentes faces.

momentanée de ces fonctions, les urates d'une part, et les matières colorantes de la sécrétion biliaire vont s'accumuler dans un point de l'organisme pour en être ensuite expulsés par la voie naturelle. C'est ce qui se produit chez certaines larves d'insectes aux approches de la nymphose et pendant la durée des mues. Nos recherches ont porté particulièrement sur le *Bombyx mori* (L.) qui a été l'objet d'une étude particulière de M. Fabre (d'Avignon) (1), au point de vue du phénomène d'accumulation des matériaux biliaires et urineux. Ce savant étendit ensuite ses recherches à toutes les larves des Insectes et montra que ces animaux (les larves carnassières exceptées), pendant la nymphose, présentent, dans le tissu adipeux, les urates et l'acide urique qui devaient être excrétés par les tubes malpighiens. Quoique M. Sirodot (2) ait considérablement diminué l'étendue et les proportions de ce phénomène, en prouvant qu'il se produit seulement dans les larves des *Lépidoptères*, et non pas dans le tissu cellulaire général, mais dans un tissu cellulaire sous-cutané spécial, il n'en reste pas moins ce fait acquis que des matériaux formés aux dépens de l'organisme et appelés à être expulsés par la voie rénale peuvent constituer un gisement physiologique dans un point de cet organisme.

» Partant de ce fait, qui relève des phénomènes d'accumulation, nous avons soumis, en même temps que les larves de *Bombyx mori*, différentes chenilles nues de Lépidoptères à l'alimentation arsénicale, avec l'intention de rechercher ce que devient ce métalloïde pendant les mues aux approches de la nymphose. Cette nouvelle voie nous a permis de rendre plus clair le rôle physiologique des tubes de Malpighi.

» Au moment où certains plissements de la peau annonçaient les approches de la nymphose, nous avons détaché au ciseau courbe, chez les animaux soumis à l'expérimentation, des lambeaux superficiels renfermant la peau et le tissu cellulaire sous-cutané, et nous y avons trouvé la présence certaine d'une quantité appréciable d'arsenic en même temps que l'acide urique et les urates. Ici nous voyons les phénomènes de localisation et d'accumulation, en général très-distincts, se produire dans les mêmes tissus. Mais, s'il est remarquable que l'arsenic se soit fait le satellite des matières sécrétées par les tubes malpighiens dans leur migration, il est plus étonnant

(1) *Étude sur l'instinct et les métamorphoses des* Sphégides (*Annales des Sciences naturelles*, 5e série, t. VI, 1856).

(2) *Recherches sur les sécrétions des insectes* (*Annales des Sciences naturelles*, t. X, 1858 5e série, p. 186 à 301).

de le voir surtout localisé dans les globules graisseux qui semblent avoir une affinité élective pour ce métalloïde. Immédiatement après la mue, les tubes de Malpighi reprennent leurs fonctions naturelles, et l'arsenic s'y localise de nouveau en provoquant la formation des globules graisseux. Pendant la mue, ces tubes sont remplis d'un liquide rare et décoloré : après la mue, ce liquide reprend sa coloration jaune verdâtre.

» Pour épuiser cette question intéressante, il restait à connaître si, dans le cas où le ventricule chylifique est devenu l'accessoire de l'appareil urinaire et a servi de centre d'accumulation à l'acide urique et aux urates, comme cela se produit chez le *Cerambix heros* (1), les mêmes faits relatifs à la localisation de l'arsenic se présentent. On pouvait supposer que dans ce cas spécial, comme dans celui des larves de Lépidoptères, l'arsenic suivrait les matériaux urinaires dans leur déplacement. Les résultats de nos recherches sur ce point sont très-précis : nous avons trouvé, comme M. Fabre et par des procédés identiques, une grande quantité d'acide urique et d'urates, mais jamais d'arsenic. Nous sommes conduits dès lors à reconnaître que cette fonction provisoire dont est chargé l'estomac de quelques Insectes est complémentaire de la sécrétion rénale, qui, pour une cause inconnue, se trouve seule suspendue à certains moments de la vie de l'Insecte. Cette conclusion paraît du reste corroborée par ce fait que nous n'avons jamais pu retrouver dans l'estomac du *Cerambix* les particules de matières colorantes qui existent manifestement dans le tissu cellulaire sous-cutané des larves de Lépidoptères. Rappelons encore que la sécrétion des tubes malpighiens du *Cerambix* se décolore par localisation arsénicale.

» De tous ces faits nous nous croyons autorisé à conclure que *les tubes de Malpighi sont réellement des organes mixtes chargés à la fois de l'excrétion de l'urine et de la sécrétion biliaire.*

» Les faits d'*argyrie*, fréquents chez l'homme, nous ont offert des corrélatifs chez les Mollusques gastéropodes. En recherchant la limite de résistance du *Zonites algirus* et de l'*Helix aspersa* à l'influence nocive des sels métalliques, nous avons pu faire absorber à ces animaux des quantités considérables de *chlorure d'argent* sans déterminer aucun accident apparent. Déjà nous avions été mis sur la trace de l'innocuité de ce sel, en expérimentant sur le *Bulimus porphyrostomus* (Pfeifer), très-répandu en Nouvelle-Calédonie, théâtre de nos observations. En enlevant chez ces divers animaux, après un mois d'expériences, avec des ciseaux courbes, des lambeaux

---

(1) Fabre (d'Avignon), *loc. cit.*, p. 112 et suivantes.

superficiels renfermant les corpuscules pigmentaires, nous avons pu constater la présence irrécusable de l'argent métallique. Un autre gisement plus normal s'était formé dans le foie. Il est remarquable que, un mois environ après suspension de tout régime métallique, l'argent avait entièrement disparu de ces points de localisation.

» Ces faits, et quelques autres encore indiqués dans notre Mémoire, attireront, nous en avons l'espérance, l'attention des physiologistes sur ces phénomènes de localisation minérale et organique, dont l'étude méthodique permettra la solution de questions qui intéressent à la fois le naturaliste, le toxicologue et le médecin. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Ptéropodes*. Note de M. **H. Fol**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le vitellus des Ptéropodes avant la fécondation est histologiquement une cellule simple avec dépôt de matière nutritive dans son intérieur. Ce vitellus fécondé est dépourvu de membrane et de nucléus. Il se compose d'une partie formative ou protoplasmique, et d'une partie nutritive composée d'un réseau de protoplasma, dans les mailles duquel se trouvent les globules nutritifs. Au centre de la partie formative se trouve une étoile formée par les granules du protoplasma rangées en ligne droite, divergentes. Les rayons de cette étoile vont jusqu'à la limite de la partie formative, et les globules nutritifs s'arrangent eux-mêmes en lignes.

» Après la sortie du corpuscule dit *de direction*, un nucléus apparaît au centre de l'étoile, qui s'efface à mesure que ce nucléus grossit. Les granules et les globules du vitellus cessent d'être en lignes. Avant chaque segmentation le nucléus disparaît pour être remplacé par deux étoiles moléculaires qui prennent naissance dans son intérieur. Le centre de chacune de ces étoiles peut être considéré comme un centre d'attraction : toute la substance vitelline obéit à cette attraction. Après la segmentation, un nucléus reparaît au milieu de chaque étoile et la substance vitelline reste en repos.

» Le résultat de la segmentation, qui ne diffère que peu des types connus pour les Gastéropodes, est le développement d'une moitié nutritive composée de trois grosses sphères et d'une moitié formative de sphérules transparentes. Ces cellules nutritives se divisent ensuite, produisant une couche superficielle de petites cellules qui achèvent d'envelopper les trois grosses sphères nutritives et constituent l'ectoderme. La quatrième des

grosses sphères centrales, uniquement composée de protoplasma, se divise complétement et donne naissance à un épaississement de la couche ectodermique. Cette région correspond à l'extrémité inférieure de la larve. La ligne de rencontre des trois sphérules nutritives coïncide avec l'axe oral-aboral de la larve. L'ectoderme se referme en dernier lieu au point de rencontre des trois sphérules, point qui doit coïncider soit avec le pôle aboral, soit avec le pôle oral de la larve. C'est pour cette dernière alternative que je me prononce.

» Le développement embryonnaire des Gymnosomes établit la transition entre celui des Thécosomes, que je viens de résumer, et celui des Hétéropodes, entre la formation des feuillets embryonnaires par enveloppement et la formation par invagination.

» La cavité digestive se forme par une simple différenciation de la masse des cellules nutritives ou centrales. Il en résulte une cavité fermée de toutes parts et trilobée. Le lobe médian donne naissance au tube digestif, les lobes latéraux aux sacs nutritifs. Les cellules composant les parois de cette cavité descendent directement des cellules nutritives ou centrales de l'embryon; elles sont petites et nombreuses autour de la cavité médiane, cunéiformes et composées en majeure partie de substance nutritive autour des cavités latérales. La partie médiane s'allonge pour former l'estomac et l'intestin. Une invagination de l'ectoderme, partie du point où ce feuillet s'est refermé, s'enfonce à la rencontre de l'estomac avec lequel elle se soude. Cette invagination répond à la bouche et à l'œsophage, le point de soudure au cardia. Elle présente en avant un diverticule qui donne naissance à la radula. Ce développement du tube digestif correspond point par point à ce que l'on sait du développement des Rotifères.

» Les premiers cils qui apparaissent sont moteurs; ils sont par petites houppes sur une zone circulaire, au niveau de la bouche; puis une bande de petits cils naît au-dessous des gros et sert à amener les particules nutritives à la bouche.

Le pied a son origine dans un épaississement de l'ectoderme, qui occupe la plus grande partie de la face ventrale de l'embryon. Il prend ensuite la forme d'une bosse, puis celle d'une languette horizontale, qui porte parfois un opercule à sa face inférieure. Il se divise en un lobe médian et deux lobes latéraux qui deviennent les nageoires.

» La cavité palléale se forme par enfoncement de l'ectoderme, entre le bord de la coquille et le cou de la larve, toujours à droite de l'anus, quelle que soit la position de ce dernier.

» Les larves de Ptéropodes ont deux sinus contractiles, situés l'un au pied et l'autre dans la région dorsale, qui se renvoient le liquide contenu dans la cavité du corps. Ni l'un ni l'autre de ces sinus ne peut se comparer à ceux de l'embryon des *Limaces*. Le sinus céphalique de la Limace répond à toute la partie médiane du voile et à toute la région dorsale des embryons de Ptéropodes. Le sinus contractile du pied des Limaces se trouve à l'extrémité et non à la base du pied, comme chez les Ptéropodes.

» Le rein se forme aux dépens de l'ectoderme, et le cœur, par la différenciation d'un amas de cellules du mésoderme. L'ouverture interne du canal rénal débouche en dehors du cœur et s'ouvre dans le péricarde lorsque celui-ci vient à se former plus tard. Le rein bat avec presque autant de vivacité que le cœur. L'aorte et les artères se forment par la différenciation de cordons de cellules mésodermiques.

» Les parois de l'estomac se différencient en deux couches : une couche externe de fibres musculaires et une couche muqueuse interne; cette dernière produit cinq dents cornées, précédées parfois de l'apparition d'une plaque larvaire unique. Les sacs vitellins, au nombre de deux dans l'origine, se soudent en un seul chez les Orthoconques. Ce sac, qui s'ouvre dans la partie dorsale de l'estomac, se résorbe et diminue rapidement chez les Hyaléacées; il se développe, au contraire, chez les Styliolacées et les Créséidées, où il paraît jouer provisoirement le rôle de foie. Il diminue dans tous les cas à mesure que le foie se développe. Le foie se compose de petits diverticules de la paroi de l'estomac. Les sacs nutritifs sont entièrement étrangers à la formation de cet organe.

» Les otocystes se forment de bonne heure, au milieu d'une couche, qui résulte d'un dédoublement de l'ectoderme, encore composé de grosses cellules embryonnaires. L'otolithe prend naissance dans l'épaisseur de la paroi de la vésicule pour tomber plus tard dans sa cavité. Chez les Limaces et les Céphalopodes, l'otocyste se forme par une invagination de l'ectoderme, déjà composé de très-petites cellules cylindriques. La grosseur des cellules embryonnaires de la couche génératrice paraît être, dans ce cas, comme dans beaucoup d'autres, la cause qui détermine le mode de formation d'un organe par invagination ou par simple dédoublement.

» Le système nerveux se compose d'une masse nerveuse céphalique et d'une masse sous-œsophagienne. La première se forme par une double invagination de l'ectoderme de la région céphalique dans le champ circonscrit par le voile; le mode de formation de la seconde n'a pas été observé chez les Ptéropodes.

» L'apparition de la coquille est précédée par la formation d'une invagination de l'ectoderme, un peu en avant du pôle aboral. Cette invagination coquillière ou préconchylienne se retourne, et le premier rudiment de la coquille apparaît sur la saillie ainsi formée. Dans des cas exceptionnels ou anomaux, cette invagination ne se retourne pas ou bien se reforme après avoir disparu; son existence et celle d'une coquille externe s'excluent. Elle est le point de départ du bourrelet qui sécrète la coquille anneau par anneau, et qui devient le bord du manteau. La première partie de la coquille, celle qu'habite la larve, diffère souvent de la partie qui vient s'y ajouter plus tard; elle peut persister, tomber ou se casser, et elle m'a fourni des caractères qui m'ont permis de subdiviser le sous-ordre des Ptéropodes thécosomes. L'existence de l'invagination préconchylienne ne s'explique pas d'une manière satisfaisante par des causes purement physiologiques; elle paraît donc avoir des causes héréditaires et peut morphologiquement se comparer à l'invagination coquillière des Mollusques à coquille interne, invagination que j'ai étudiée chez la Sépiole et la Limace. L'existence et la signification de cette invagination chez les Céphalophores, les Céphalopodes et les Lamellibranches ont été graduellement débrouillées par Lereboullet, Semper, Salensky, Ray-Lankester et moi-même.

» Les produits sexuels naissent aux dépens de l'entoderme. La sexualité ne peut être attribuée qu'à un feuillet embryonnaire. »

CHIRURGIE. — *La neutralisation de l'acidité de l'hydrate du chloral par le carbonate de soude retarde la coagulation, en conservant les propriétés physiologiques. Trois nouveaux faits d'anesthésie chez l'homme.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud.

« J'ai démontré, dans la dernière Note que j'ai adressée à l'Académie (1), que l'on peut facilement faire disparaître l'acidité du chloral par l'addition de quelques gouttes d'une solution au dixième de carbonate de soude : 2 gouttes de cette solution suffisent, non-seulement pour neutraliser 1 gramme de chloral dissous dans 4 grammes d'eau, mais pour rendre la liqueur *alcaline*. Voici, du reste, la réaction qui s'opère :

» *Expérience*. — Si l'on fait dissoudre 1 gramme de chloral dans 4 grammes d'eau, et que l'on y ajoute quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent, la liqueur ne présente pas le moindre changement dans sa coloration. Au contraire, si l'on ajoute au chloral, ainsi

(1) *Comptes rendus*, décembre 1874, t. LXXIX, p. 1416.

dissous, 2 ou 3 gouttes de la solution de carbonate de soude, il se fait un petit dégagement d'acide carbonique, et la liqueur, dont la couleur n'offre aucune modification, précipite avec le nitrate d'argent cristallisé, absolument comme de l'eau chargée de sel marin. Dans l'un et l'autre cas, ce précipité blanc se redissout dans un excès d'ammoniaque.

» Il se manifeste donc, par suite du contact de la substance alcaline avec l'hydrate de chloral, un double phénomène : 1° dégagement d'acide carbonique; 2° production de sel marin, sel qui existe normalement dans le sang.

» Ce chloral, ainsi alcalinisé, exerce sur les phénomènes de la coagulation une influence qui ressortira des expériences suivantes :

» *Première expérience.* — 1° J'ai recueilli, dans un verre vide, du sang provenant de la jugulaire d'un chien (20 grammes).

» 2° Dans quatre verres, contenant chacun 1 gramme de chloral provenant de quatre sources différentes, dissous dans 4 grammes d'eau, j'ai recueilli la même quantité de sang.

» 3° De même, dans quatre verres contenant la même solution chloralique, *neutralisée par l'addition du carbonate de soude.*

» 4° Enfin, dans un demi-verre contenant de l'eau additionnée de la même quantité de carbonate de soude, j'ai recueilli également 20 grammes de sang.

» J'ai observé la marche de la coagulation, qui s'est produite comme il suit : 1° après une minute et demie, le coagulum était formé dans le premier verre; 2° après trois ou quatre minutes, dans l'eau alcalinisée; 3° l'expérience ayant été commencée à $1^{h}36^{m}$, le sang contenu dans le *chloral pur* était encore liquide, quoique épaissi, à $2^{h}5^{m}$; mais il présentait, dans les quatre verres, des *grumeaux noirâtres*, sortes de petits caillots.

» Dans les quatre verres contenant du chloral *carbonaté*, la solution était liquide, *sans* grumeaux. Le lendemain, je l'ai trouvée à l'état *sirupeux* dans deux verres; dans les deux autres, la coagulation était complète.

» Il découle de ces expériences que, d'une manière générale, on peut dire, non seulement que l'hydrate de chloral retarde la coagulation du sang, au lieu de la précipiter, ainsi que cela a été dit, mais que le chloral alcalinisé avec la solution carbonatée *l'empêche.*

» *Deuxième expérience.* — Sur un chien du poids de 9 kilogrammes, insensibilisé par une injection de $2^{gr},50$ de chloral dans la veine fémorale droite, on a mis à découvert la jugulaire gauche, qui a été isolée dans une étendue de 7 centimètres : une première ligature a été posée et *serrée* au point où elle s'abouche avec le tronc bracchio-céphalique; une autre, à la partie supérieure. Avant de serrer cette dernière, on a soin de faire refluer en partie le sang vers l'extrémité céphalique, puis on étrangle alors le vaisseau : il existe donc une certaine quantité de liquide sanguin dans la portion de la jugulaire comprise entre les deux ligatures. Piquant avec une canule très-fine la paroi de cette veine, dans ce dernier point, on injecte une solution de chloral carbonaté qui distend le vaisseau. La jugulaire ainsi distendue par le mélange du sang et de la solution chloralique est recouverte par les parties molles. L'expérience a été commencée à $1^{h}30^{m}$.

» A $1^h 52^m$, c'est-à-dire après vingt-deux minutes, on examine le contenu du vaisseau, qui est resté à l'abri du contact de l'air : *il n'existe pas la moindre trace de coagulation, et les parois sont pâles et lisses, comme à l'état normal.*

» L'objection faite à l'injection intra-veineuse de chloral, de pouvoir produire des caillots, se trouve ainsi réduite à néant. Mais il importerait peu que le chloral additionné de carbonate de soude eût la propriété d'empêcher la formation des caillots, s'il perdait, par le fait même de cette addition, ses propriétés anesthésiques. Les expériences sur les animaux et les faits observés chez l'homme démontrent qu'il n'en est pas ainsi :

» *Première expérience.* — Chien pesant 23 kilogrammes. Injection chloralique carbonatée à $1^h 50^m$; à $1^h 52^m$, même anesthésie complète, qui dure jusqu'à 3 heures. A ce moment, le chien se réveille.

» *Deuxième expérience.* — Chien pesant 18 kilogrammes. Anesthésie par une injection de 4 grammes de chloral carbonaté dans 12 grammes d'eau. L'insensibilité a duré *une heure.*

» Il en a été de même chez quatre autres chiens. Chez tous, la circulation et la respiration n'ont offert rien d'anomal.

» Les résultats observés chez les animaux ont été les mêmes, à la suite des injections faites sur l'homme pour produire l'anesthésie, avec le chloral additionné de carbonate de soude.

» M. le professeur Deneffe, de Gand, m'a fait connaître les trois faits suivants, que je me borne à indiquer, parce qu'ils doivent être communiqués en détail à l'Académie royale de Belgique :

» *Vingt-huitième observation.* — Tumeur du sein opérée par incision de la peau et application de l'écraseur linéaire. Deux écraseurs fonctionnent à la fois. Extirpation de cinq ganglions axillaires. Injection intra-veineuse de chloral *carbonaté*, commencée à $11^h 57^m$; à $12^h 5^m$, *anesthésie absolue*, qui a duré dix-huit minutes, obtenue à l'aide de 6 grammes de chloral. Sommeil consécutif, qui a duré vingt-quatre heures.

» *Vingt-neuvième observation.* — Restauration de la paupière supérieure gauche, pour une difformité considérable, survenue à la suite de l'explosion d'une chaudière : opération pratiquée chez un jeune homme très-débile, très-anémié, âgé de 17 ans. Anesthésie complète, produite en huit minutes, avec une injection intra-veineuse de $4^{gr},75$ de chloral carbonaté. L'anesthésie absolue a été de seize minutes.

» *Trentième observation.* — Amputation de la cuisse, pratiquée à un homme de 35 ans, à la suite d'une gangrène de la jambe. En huit minutes, $6^{gr},25$ de chloral *carbonaté* ont produit une anesthésie absolue, qui a duré quinze minutes. Le malade est resté endormi jusqu'au lendemain; toutefois il s'est réveillé à plusieurs reprises.

» Chez ces trois malades, il n'y a eu *ni phlébite, ni caillot, ni hématurie.*

» L'expérimentation, faite soit sur les animaux, soit sur l'homme, dé-

montre donc que le chloral *carbonaté* conserve toutes ses propriétés physiologiques.

» La méthode de l'injection intra-veineuse du chloral, dans le but exclusif de produire l'anesthésie chirurgicale, a donc été employée *trente fois;* elle a donné *trente succès*. Sa place me paraît désormais faite parmi les moyens de produire l'insensibilité. Aucun des chirurgiens qui s'en sont servis n'a eu à déplorer le moindre accident, et tous proclament sa supériorité sur les autres agents anesthésiques. Est-ce à dire que cette méthode ne pourra pas avoir ses revers comme les autres? Telle ne peut pas être notre pensée. Nous n'ignorons pas que, soit l'inobservance des préceptes établis par le *Manuel opératoire,* soit ces idiosyncrasies étranges que rien n'explique, que rien ne peut faire prévoir, pourront occasionner des mécomptes; mais, quoi qu'il arrive, la méthode n'en restera pas moins établie sur les bases solides d'une expérimentation longue et consciencieuse, dont la Chirurgie a confirmé largement tous les résultats. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne. Étude du genre Botryopteris.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Brongniart. (Extrait par l'auteur.)

« Les débris de plantes qui ont servi à constituer ce genre se composent de fructifications, de plusieurs pétioles et d'un fragment de tige provenant des gisements de Saint-Étienne, et envoyés au Muséum par M. Grand'Eury.

» Ces différents organes, épars dans plusieurs magma siliceux, ont été rapprochés à la suite de l'étude détaillée de leurs tissus respectifs et forment un genre distinct de tous ceux connus jusqu'à ce jour.

» Je fais suivre la description de ce genre par celle d'autres fructifications offrant quelque analogie avec les premières et trouvées dans les gisements silicifiés d'Autun.

Fructifications de Saint-Etienne (*Botryopteris forensis*).

» Ces fructifications forment une masse assez volumineuse, due à l'agglomération de capsules très-nombreuses; le fragment soumis à l'étude mesurait 4 à 5 centimètres de hauteur, 2 à 3 centimètres d'épaisseur et 3 à 4 centimètres de largeur; les capsules ou sporanges constituant par leur accolement cette masse ont 1,5 à 2 millimètres de longueur et 0,7 à 1 millimètre de largeur dans leur plus grand diamètre.

» L'ensemble de ces fructifications est parcouru par des rachis de diffé-

rents ordres; sur les plus petits sont fixées par groupe de cinq ou six, et quelquefois plus, les capsules sporifères. Comme les points d'insertion sur les subdivisions du rachis sont fréquents, et que les ramifications sont nombreuses, il en résulte pour l'ensemble une forme stipitée caractéristique.

» Les sporanges sont pyriformes, parfois légèrement recourbés et aplatis par leur pression mutuelle, résultat de leur mode d'insertion. L'enveloppe se prolonge en forme de pédicelle plus ou moins développé, et leur aspect général est celui des capsules de *Loxsoma Cunninghamii*, mais avec des dimensions linéaires triples.

» La paroi est formée d'un seul rang de cellules analogues à celles qui forment l'enveloppe des sporanges des Fougères.

» Les nombreuses coupes, faites dans différentes directions, montrent que dans certaines régions de la surface du sporange les cellules s'allongent, deviennent plus épaisses et produisent alors une large bande plus sombre que le reste de l'enveloppe, allant obliquement du sommet à la base; ce n'est pas un anneau élastique proprement dit, mais bien plutôt une plaque analogue à celle des *Todea* ou *Osmunda*, toutefois plus développée et autrement disposée. La déhiscence des capsules était longitudinale. Les spores qui emplissent les sporanges sont plus petites et plus nombreuses que celles des capsules ordinaires de Fougères, sphériques et lisses à leur surface.

» Les subdivisions du rachis, rencontrées dans l'intérieur de la masse fructifère, offrent suivant leur grosseur un ou plusieurs faisceaux vasculaires, ayant sur une coupe transversale la figure d'un ω, et séparés par une couche cellulaire de la partie fibreuse corticale très-développée.

» La forme particulière de la coupe transversale du faisceau vasculaire a permis de rapporter ces fructifications aux pétioles et à la tige que je vais décrire.

» *Tiges et pétioles.* — La tige est formée au centre par un axe vasculaire cylindrique plein, sans apparence de moelle, comme cela existe dans les *Anachoropteris* et *Zygopteris*. Les cellules allongées qui composent l'axe sont nettement réticulées au centre; à la périphérie, elles sont plus petites, rayées et ponctuées; c'est dans cette zone extérieure qu'aboutissent les faisceaux vasculaires des pétioles et des racines.

» En dehors de l'axe une couche de cellules peu épaisse, presque toujours détruite, le sépare du tissu cortical fibreux très-développé, recouvert par un épiderme rarement conservé, et sur lequel on a pu constater la présence de nombreux poils cloisonnés.

» De l'axe de la tige observée partent, dans une direction opposée, deux pétioles dont le faisceau vasculaire présente en section la figure d'un ω, la partie supérieure de la lettre étant tournée vers l'axe.

» Les pétioles sont cylindriques, sans gouttière supérieure, si fréquente dans les pétioles de Fougère; les cellules allongées du faisceau vasculaire sont rayées et réticulées.

» Ces pétioles ont été rencontrés à Autun et à Saint-Étienne; ces derniers avaient été désignés par M. Grand'Eury sous le nom de *Rachiopteris forensis*.

Fructifications d'Autun. (*Botryopteris dubius.*)

» Les fructifications trouvées dans les gisements d'Autun se présentent en masse serrée et compacte, comme celles de Saint-Étienne; mais les capsules qui forment ces agglomérations ne sont pas disposées par groupe sur les subdivisions du rachis : elles sont terminales; les ramules semblent se renfler à leur extrémité pour former les sporanges, qui sont deux ou trois fois plus volumineux que ceux de Saint-Étienne; les parois sont épaisses, formées de plusieurs rangs de cellules, surtout vers la base, qui semble être une dilatation du ramule; la couche la plus interne est composée de cellules allongées.

» Les parois, en général mal conservées, laissent soupçonner la présence d'un anneau dirigé suivant la longueur du sporange.

» Les spores, trois à quatre fois plus grosses que celles des fructifications de Saint-Étienne, ont une enveloppe striée extérieurement.

» Dans l'intérieur de la masse des sporanges, il ne m'a pas été possible de trouver une coupe transversale de rachis assez nette pour que j'aie pu rapporter ces curieuses fructifications à quelque tige ou pétiole connu.

» Par leurs fructifications, les genres précédents peuvent être regardés comme faisant partie de la grande classe des Fougères (en y comprenant les Ophioglossées); mais les analogies de famille cessent bien vite quand on veut poursuivre la comparaison.

» Parmi les genres fossiles, le genre *Schizopteris* (*Sch. lactuca*), fréquemment accompagné à Saint-Étienne d'empreintes que l'on a regardées comme les fructifications de ces plantes, présente quelque analogie de forme et de dimension avec les fructifications d'Autun; mais la difficulté de bien établir le mode d'insertion de ces prétendues capsules laisse trop d'incertitude pour que l'on puisse risquer une affirmation.

» Quant au genre *Botryopteris* décrit ici en premier lieu, il offre, avec

plusieurs familles de Fougères, certaines analogies, mais qui ne se poursuivent pas dans une longue série d'organes.

» Ainsi l'axe cylindrique vasculaire, sans moelle incluse, de la plante fossile, se retrouve dans les *Hymenophyllum* et les *Trichomanes* (*Trichomanes Prieurii, T. floribundum*); dans ces Fougères, la prédominance du tissu fibreux cortical sur le tissu parenchymateux est également frappante; mais le tissu central est formé de cellules rayées dans les plantes vivantes, tandis que ce sont des cellules réticulées dans le genre fossile; les fructifications, sauf par la forme des sporanges (*Loxsoma*), n'ont pas d'analogie.

» Le mode de groupement des sporanges, quoique différent, rappelle cependant celui des Osmondées, et leur bande élastique, la plaque de même nature des *Todea africana, rivularis, Osmunda regalis,* etc. Le pétiole à faisceau vasculaire lunulé ne diffère pas beaucoup de celui de ces mêmes Fougères vivantes; mais la forme et la grandeur des sporanges, la nature des tissus dans les tiges sont tout autres.

» Une famille de laquelle on pourrait encore essayer de rapprocher le genre fossile est celle des Ophioglossées.

» Les sporanges, dans les deux cas, ont environ le même volume, les spores sont également petites et nombreuses, les parois des capsules n'ont pas d'anneau élastique proprement dit; dans les *Helminthostachys,* les sporanges sont fixés en nombre variable sur de petits axes communs.

» Mais dans les *Helminthostachys zeilanica, Botrychium subcarnorum,* les pétioles ont leur intérieur parcouru par plusieurs faisceaux 5 à 25 *lunulés,* disposés en cercle, la concavité tournée vers l'axe du pétiole; quelques-uns occupent la partie centrale.

» Les faisceaux vasculaires sont formés de cellules allongées, rayées et poreuses; les pores sont elliptiques et le grand axe est oblique par rapport à la longueur des cellules. Autour de chaque faisceau se trouve une gaîne cellulaire qui le sépare du tissu plus lâche du reste du pétiole et rappelle celle qui environne les faisceaux vasculaires des pétioles de Marattiées. Comme dans ces Fougères, on rencontre chez les *Helmintostachys* des canaux remplis d'une matière gommeuse brune.

» Au centre de la tige des *Botrychium* et des *Helmintostachys* se trouve un cylindre vasculaire entourant une moelle qui n'existe pas dans le genre fossile; les cellules du cylindre vasculaire sont rayées et poreuses, réticulées. Autour de ce cylindre règne une couche de cellules allongées, qui le sépare du parenchyme extérieur rempli de matière amylacée, et limité lui-même par un épiderme peu accentué.

» On voit que, malgré quelques ressemblances entre les fructifications, la forme des faisceaux vasculaires des rachis et leur structure, des différences nombreuses subsistent, suffisantes pour qu'il soit impossible d'assimiler complétement les *Botryopteris* aux Ophioglossées.

» La conclusion naturelle est que ce genre perdu formait un groupe à part, intermédiaire entre les Fougères proprement dites et les Ophioglossées. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence des forêts sur le débit des cours d'eau et sur l'état hygrométrique de l'air.* Note de M. L. **Fautrat**, présentée par M. Robin. (Extrait.)

« Pour contribuer à éclaircir la question si controversée de l'influence des forêts sur le régime des eaux, j'ai entrepris, dans la forêt domaniale d'Halatte, des observations dont j'ai l'honneur de faire connaître les principaux résultats à l'Académie.

» Le débit d'un cours d'eau dépend, comme on le sait : 1° de la quantité d'eau pluviale tombée et reçue à la surface du sol drainé par le cours d'eau; 2° de la quantité d'eau perdue par l'évaporation. J'ai recherché quelle influence peut avoir, sur ces deux causes, l'état boisé ou déboisé du sol. Dans ce but, j'ai mesuré la quantité de pluie tombée au-dessus du massif et en dehors, la quantité de pluie reçue sur le sol boisé et sur le sol découvert, et j'ai essayé de rendre compte de l'évaporation sous bois et hors bois.

» 1° *Quantité de pluie tombée.*— Au mois d'août j'ai présenté à l'Académie les résultats de mes six premiers mois d'observations, tendant à prouver qu'il tombait plus d'eau au-dessus du massif qu'à la même altitude, à 300 mètres de la forêt. Les observations des mois suivants sont venues confirmer ces premiers résultats.

» Du 1er février au 25 décembre 1874, il est tombé :

Au-dessus du massif............................	455 mm
A 300 mètres du massif, à la même altitude..........	421
Différence en faveur de la forêt.............	34

» 2° *Quantité de pluie reçue.*— Sept pluviomètres, placés sous un gaulis complet de chêne et de charme, et sous la projection de la cime d'un chêne dominant le peuplement, à quelques mètres de l'appareil disposé pour recevoir la pluie au-dessus du massif, m'ont donné la quantité de pluie reçue sur le sol forestier pendant les onze mois d'observations.

» J'ai trouvé que le sol couvert avait reçu 281 millimètres, soit les 0,6 de la quantité tombée. La cime des arbres a donc intercepté les 0,4 de l'eau précipitée; ce chiffre est un maximum, car les pluviomètres ont été placés sous un double couvert, dans les conditions les plus défavorables.

» Pour que le sol de la forêt conserve plus d'eau que le sol découvert, il faut que la différence entre la quantité d'eau pluviale reçue par le sol agricole et le sol forestier soit compensée par les résultats de l'évaporation.

» Des évaporomètres Piche, mis sous bois et hors bois, des atmidomètres mobiles, renfermant des poids déterminés de terre et d'eau, nous ont donné le rapport de l'évaporation sous bois et hors bois. Ce rapport a été trouvé, par ces deux procédés, de un tiers environ.

» Suivant M. Ebermayer, la couverture des feuilles exerce la même action que le couvert des arbres. Si l'on tient compte de cette action, qui double le coefficient d'évaporation, on peut dire que sous bois l'évaporation est dix fois plus faible que hors bois, tandis que les quantités de pluie reçue sur le sol forestier et sur le sol découvert sont dans le rapport de 6 à 10. Ces relations permettent d'établir, par le calcul, que le sol forestier conserve plus d'eau que le sol agricole, si l'évaporation fait perdre à ce dernier plus des 0,37 de l'eau qu'il reçoit. Cette perte est au moins de 70 pour 100, ainsi que l'a montré M. Risler en Suisse, après trois années d'observations.

» On peut alors conclure que les bois, par leur abri et leur pouvoir condensateur, donnent à la région qu'ils couvrent l'eau qui la féconde et les sources qu'ils alimentent.

» *État hygrométrique de l'air.* — Les observations hygrométriques faites dans la forêt d'Halatte tendent à établir qu'il y a toujours au-dessus des bois une plus grande quantité de vapeur d'eau qu'en terrain découvert.

» Ces résultats, indiqués au mois d'août, se trouvent confirmés par les observations des mois suivant :

» Du 1er mars au 1er décembre 1874, on a trouvé que le degré moyen de saturation de l'air avait été :

Au-dessus du massif, de..........................	66°,0 environ.
En terrain découvert, de..........................	64,7
Différence en faveur de la forêt..............	1,3

» Et comme la capacité de l'air pour la vapeur est plus grande au-dessus du massif qu'en dehors, parce que la température y est généralement plus élevée, il y a une double raison pour conclure qu'au-dessus de la forêt il y a en valeur absolue plus de vapeur d'eau que dans les champs.

» C'est pendant la durée de la végétation et pendant le mois de mai que cet état hygrométrique a été le plus nettement accusé.

» L'étude, jour par jour, des résultats fournis par des psychromètres, pendant le mois de mai 1874, fait ressortir clairement le pouvoir qu'ont les bois de concentrer les vapeurs.

» Ces couches de vapeur enveloppant la forêt sont pour les terres arables une source de bienfaits. Elles se répandent sur les terres voisines des massifs, et, lorsque les corps au-dessus desquels elles planent se sont refroidis par suite du rayonnement nocturne, elles se précipitent en une rosée qui féconde le sol. »

M. A. Barthélemy adresse une nouvelle Note sur la rupture des vases par la congélation de l'eau.

Deux nouvelles expériences, rapprochées de celles qui ont été déjà publiées par l'auteur (*Comptes rendus*, 1870 et 1871, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1871), le conduisent aux conclusions suivantes :

« 1° L'eau refroidie au-dessous de zéro continue à se dilater.

» 2° L'eau comprimée se congèle à des températures de plus en plus basses.

» 3° L'eau renfermée dans un vase ne saurait se congeler en entier, la pression augmentant et, par conséquent, le point de congélation étant retardé, à mesure que la température s'abaisse. Il y a là une remarquable analogie avec l'ébullition, qui ne peut se produire dans un vase fermé.

» 4° La rupture des vases est déterminée par la pression du noyau liquide, poussé dans les parties les moins froides de l'appareil. »

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1875.

Merveilles de l'Industrie; par Louis Figuier. 17e série; Paris, Furne et Jouvet, 1874; grand in-8°, avec gravures.

Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine. Rapport à M. le Préfet de police sur l'altération des eaux de la Seine par les égouts collecteurs d'Asnières et du nord, et sur son assainissement; par M. F. Boudet. Paris, Boucquin, 1874; in-4°.

Recherches sur les observations magnétiques faites à l'Observatoire de Paris, de 1667 *à* 1872; *par* M. G. Rayet. Paris, 1874; in-4°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; 1875. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1875; in-8°.

Annales télégraphiques; 3e série, t. Ier, novembre-décembre 1874. Paris, Dunod, 1874; in-8°.

(A suivre.)